

Ontwerpen en Uitvoeren van een Mobiel Spel op Basis van ARLearn:
Effecten op Geleerde Lessen, Intrinsieke Motivatie en Leerresultaten

Design and Implementation of a Mobile Game Based on ARLearn:
Effects on Lessons Learned, Intrinsic Motivation and Learning Outcomes

T. de Jong

Maart, 2013

Master Onderwijswetenschappen, masterthesis

Open Universiteit Nederland

Begeleider : dr. S. Ternier

Examinatoren : prof. dr. F.L.J.M. Brand-Gruwel
prof. dr. H.P.A. Boshuizen

Studentnummer : 850100613

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	- 2 -
1. Inleiding	- 6 -
2. Centrale vraagstelling.....	- 17 -
3. Ontwerp van de opdracht op basis van ARLearn.....	- 19 -
4. Methode.....	- 28 -
5. Resultaten.....	- 36 -
6. Conclusies en discussie	- 43 -
7. Referenties.....	- 49 -
Bijlage 1 Relaties tussen leerdoelen, testen en taken	- 52 -
Bijlage 2 Uitwerkingen van de taken en meerkeuzevragen	- 53 -
Bijlage 3 Inleidende presentaties.....	- 59 -
Bijlage 4 Opbouw pre-, post- en retentietest.....	- 63 -
Bijlage 6 Tijdmetersformulier “totale tijdsbesteding opdracht”	- 66 -
Bijlage 7 Tijdmetersformulier “taakbesteding”	- 67 -
Bijlage 8 Praktische richtlijnen	- 68 -

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Samenvatting

Ontwerpen en Uitvoeren van een Mobiel Spel op Basis van ARLearn:
Effecten op Geleerde Lessen, Intrinsieke Motivatie en Leerresultaten

T. de Jong

Achtergrond

Mobiele technologie biedt kansen voor het onderwijs, maar het lijkt onverstandig om deze technologie ‘zomaar’ in te zetten. Een goed ontwerp van leermaterialen is belangrijk om het kleine scherm van mobiele apparaten te compenseren. Ook kan mobiele technologie de gecontroleerde omgeving van een klaslokaal verstoren. Motivatie wordt over het algemeen beschouwd als belangrijk bij het leren. Mogelijk kan het spelen van een mobiel spel leerlingen meer intrinsiek motiveren. Meer intrinsieke motivatie zou vervolgens kunnen leiden tot betere leerresultaten. Dit onderzoek maakt gebruik van smartphones en het programma ARLearn om leerlingen in een buitenschoolse context te begeleiden en te ondersteunen. Het programma ARLearn was op het moment dat dit onderzoek werd gedaan nog in ontwikkeling, en beschikte daardoor nog niet over een auteursstool.

Doel

Dit onderzoek wil bijdragen aan de verdere ontwikkeling van mobiel leren en in het bijzonder de ontwikkeling van het programma ARLearn. Daarnaast wil dit onderzoek vaststellen of mobiel leren op basis van een mobiel spel betere resultaten oplevert dan mobiel leren waarbij een identieke opdracht niet als spel wordt uitgevoerd. In het bijzonder wordt gekeken naar leerresultaten in de vorm van kennis en de aanwezige intrinsieke motivatie.

Deelnemers, procedure en ontwerp

Er zijn 32 VMBO-leerlingen in de leeftijd van vijftien tot en met zeventien benaderd. Het onderzoek kent een deel dat quasi-experimenteel van opzet is en een beschrijvend deel. Er werden twee groepen gevormd. Één groep voerde de opdracht uit als een mobiel spel. Door het beantwoorden van wiskundige vragen konden spelpunten worden verdiend of verloren. Beide groepen zijn op pad gegaan met smartphones waarop het programma ARLearn was geïnstalleerd. Direct na het uitvoeren van de opdracht werd de intrinsieke motivatie en de groei van kennis gemeten. De groei van kennis werd twee tot drie weken later nogmaals gemeten. Gegevens over opgedane ervaringen, tijdsbesteding, de beantwoording van meerkeuzevragen en uitwerkingen op papier zijn verzameld om lessen te leren.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Meetinstrumenten

De leerresultaten in de vorm van groei van kennis zijn gemeten met bestaande examenopgaven (CITO). Intrinsieke motivatie is gemeten door middel van de 22 items tellende Intrinsic Motivation Inventory vragenlijst (Ryan & Deci). De meetinstrumenten waarmee de bestede tijd en de ervaren eenvoud van de smartphone - in combinatie met het programma ARLearn - zijn gemeten, zijn eigen ontwerpen (de Jong). Ervaringen werden gemeten doordat leerlingen op de vragenlijst opmerkingen konden maken. De beantwoorde meerkeuzevragen zijn automatisch als score-informatie opgeslagen in het programma ARLearn. De papieren uitwerkingen werden beoordeeld als wel of niet gemaakt.

Resultaten

Er zijn geen significante verschillen gemeten tussen de aanwezige intrinsieke motivatie van de leerlingen die het mobiele spel speelden en de leerlingen die het spel niet speelden. Ook de leerresultaten laten geen significante verschillen zien. Van alle leerlingen beoordeelde 90% het werken met de smartphone en het programma ARLearn als eenvoudig. De leerlingen meldden weinig problemen met het uitvoeren van de opdracht. Leerlingen die het mobiele spel speelden voerden de opdracht gemiddeld sneller uit en beantwoordden meer meerkeuzevragen. Deze leerlingen presteerden slechter bij het maken van de verplichte uitwerkingen op papier.

Conclusies

Er zijn geen significante verschillen gemeten op het gebied van intrinsieke motivatie en leerresultaten. Mogelijk heeft extrinsieke motivatie en de gekozen implementatiemethode van het spel een rol gespeeld. De mogelijke rol van extrinsieke motivatie en de implementatiemethode vragen om meer onderzoek. Ook de bijna significante groei van kennis bij leerlingen die het mobiele spel speelden geeft aanleiding tot vervolgonderzoek. Ervaringen en geleerde lessen kunnen ontwerpers van onderwijs ondersteunen bij toekomstige ontwerpen en zijn daarom vertaald in praktische richtlijnen.

Trefwoorden: ARLearn, mobiel leren, mobiel spel, intrinsieke motivatie, leerresultaten

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Summary

Design and Implementation of a Mobile Game Based on ARLearn:
Effects on Lessons Learned, Intrinsic Motivation and Learning Outcomes

T. de Jong

Background

Mobile technology offers opportunities for education, but blunt deployment of this technology seems unwise. A good design of learning materials is important to compensate the small screen of mobile devices. Also, mobile technology can disturb the controlled environment of a classroom. Motivation is generally considered to be important with regard to learning. Students who perform an assignment by means of a mobile game, are possibly more intrinsically motivated. More intrinsic motivation may lead to better learning. This research made use of smartphones and the program ARLearn to guide and assist students in a real context with the execution of an assignment. At the time of this research, the program ARLearn was still in development and had therefore not yet been equipped with an authors tool.

Aim

This research aims to contribute to the further development of mobile learning and the development of the program ARLearn in particular. In addition, this study wants to determine whether mobile learning based on a mobile game gives better results than mobile learning with an identical assignment without the game element. In particular, the research looks to knowledge retention and present intrinsic motivation.

Participants, procedure and design

Thirty-two VMBO students, aged fifteen to seventeen, were approached. The research has a parth with a quasi-experimental design, and a descriptive part. Two groups were formed. One group executed the assignment as a mobile game. By answering math questions game points could be earned or lost. Both groups hit the road with a smartphone that had the program ARLearn installed on it. Immediately after the execution of the assignment the intrinsic motivation and growth of knowledge was measured. The latter was measured again after two to three weeks. Data on past experience, time, answering multiple choice questions and elaborations on paper are collected to learn lessons.

Measuring instruments

Growth of knowledge was measured with existing exams (CITO). Intrinsic motivation was measured through the 22 items Intrinsic Motivation Inventory questionnaire (Ryan & Deci). The instruments that

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

measured the time spent and the perceived simplicity of the smartphone - in conjunction with the program ARLearn - , were personal designs (de Jong). Experiences were measured by notes the students could make on the questionnaire. The answers to the multiple choice questions were automatically stored as scoring information in the program ARLearn. The paper elaborations were evaluated on whether or not these elaborations had been made.

Results

No significant differences were measured with regard to the intrinsic motivation of the students who played the mobile game, and the students who did not play the game. The learning outcomes showed no significant differences either. Of all students, 90% rated working with the smartphone and the program ARLearn as easy. The students reported few problems with executing the assignment. On average, students who played the mobile game performed the assignment faster and answered more multiple choice questions. These students though performed worse on making the required notes on paper.

Conclusions

No significant differences with regard to intrinsic motivation and learning outcomes were measured. Possibly extrinsic motivation and the chosen implementation method of the mobile game interfered. More research is necessary to determine the role of extrinsic motivation and the implementation method. The measured nearly significant growth of knowledge also gives rise to further research. Experiences and lessons learned can support designers of education in future designs and are for that reason translated into practical guidelines.

Keywords: ARLearn, mobile learning, game-based learning, intrinsic motivation, learning outcomes

1. Inleiding

Het onderwijs en de maatschappij zijn volgens De Jong, Kanselaar, en Lowyck (2003) niet meer voor te stellen zonder informatie- en communicatietechnologie (ICT). Een argument dat veel gebruikt wordt voor het benutten van ICT in het onderwijs is dat het onderwijs moet voorbereiden op een economie waarin kennis een belangrijke grondstof is. Onderwijsgevendende moeten zich in deze technologie bekwamen om enerzijds jongeren in deze kennistechnologie in te voeren en anderzijds omdat verwacht wordt dat deze technologie onderwijsleerprocessen kan ondersteunen (De Jong, Kanselaar, & Lowyck, 2003).

De ontwikkeling van mobiele technologie of apparatuur biedt kansen voor het onderwijs (e.g. Ternier, Specht, De Vries, De Jong, & Börner, 2010; Ally, 2004; Ally, 2009; Prensky, 2005). Ally (2004) stelt dat de inzet van mobiele apparatuur - gezien de ontwikkelingen van draadloze technieken en mobiele apparaten - niet kan worden genegeerd. Prensky (2005) ziet kansen voor leerprocessen in het onderwijs en stelt dat studenten 'bijna alles' kunnen leren van mobiele telefoons. Hoewel er veel verschillende manieren van leren en leerprocessen zijn kan de mobiele telefoon deze ondersteunen. Daarbij is het wel van belang dat het onderwijs de juiste ontwerpen maakt (Prensky, 2005).

De ontwikkelingen op het gebied van mobiele technologie bieden mogelijkheden, maar het lijkt onverstandig om mobiele technologie 'zomaar' in het onderwijs in te zetten. Zo stelt Ally (2004) dat mobiele apparatuur gebruikt kan worden om leermaterialen naar leerlingen te presenteren, maar dat het belangrijk is om deze materialen goed te ontwerpen zodat het kleine scherm van mobiele apparaten gecompenseerd wordt. Ook Sharples (2002) schetst het potentieel van mobiele technologie voor het onderwijs, maar beschrijft tevens hoe deze technologie ervoor kan zorgen dat de zorgvuldig gecontroleerde omgeving van een klaslokaal verstoord raakt.

Mogelijk is het toepassen van een mobiel spel op het onderwijs een passend ontwerp om leerlingen te motiveren en te laten leren. Zo stelt Prensky (2002) dat de motivatie in het hoger onderwijs nauwelijks uit het proces zelf komt. Prensky voorspelt dat dit zal veranderen wanneer de generatie die is opgevoed met games of spellen¹ de scheiding van leren en plezier niet langer accepteert. Bij spellen kan het proces zelf motiveren door 'gameplay'. Het onderwijs kan daarbij veel leren van concepten en benaderingen van de tweede natuur van spelontwerpers om meer plezier, betrokkenheid en effectief onderwijs te creëren (Prensky, 2002).

Dit onderzoek wil bijdragen aan de ontwikkeling van leren met mobiele apparatuur in het onderwijs. Het richt zich daarbij op de inzet van mobiele apparatuur in combinatie met het programma ARLearn, dat het leren begeleidt en ondersteunt. De resultaten van het onderzoek kunnen ontwerpers van onderwijs praktisch ondersteunen bij het ontwerpen van instructies waarbij mobiele technologie in

¹ Dit onderzoek spreekt zoveel mogelijk alleen over spel of spellen.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

combinatie met ARLearn, of soortgelijke programma's, wordt toegepast. De resultaten kunnen tevens ter ondersteuning dienen bij de verdere ontwikkeling van deze programma's. Het onderzoek kan zorgen voor nieuwe beschrijvingen of verklaringen voor onderwijstoepassingen waar leren in combinatie met mobiele technologie wordt ingezet. Meer specifiek kan het helpen om meer inzicht te krijgen in de rol en functie van mobiele technologie, het ondersteunende programma ARLearn en een mobiel spel. Het onderzoek laat tevens zien hoe leerlingen leren en gemotiveerd worden in een buitenschoolse, authentieke context waarbij de rol van de docent wordt ondersteund door mobiele technologie. De rol van mobiele technologie, het programma ARLearn en het ontwerp van een mobiel spel worden aan een kritische beschouwing onderworpen. De aanwezige motivatie en bereikte leerresultaten van leerlingen kunnen samen met de geleerde lessen aanleiding geven tot meer specifiek en gericht vervolgonderzoek.

Binnen het onderzoek zijn drie doelstellingen geformuleerd. Allereerst wil dit onderzoek een bijdrage leveren aan de verdere ontwikkeling van het programma ARLearn door, voorafgaand aan de ontwikkeling van een auteursstool, een ontwerp te maken met dit programma. Zodoende draagt het onderzoek bij aan de ontwikkeling van de huidige auteursstool voor het programma ARLearn. Een tweede doel van dit onderzoek is om het ontwerp praktisch te testen in een schoolomgeving met een aantal leerlingen uit het Voorbereidend Middelbaar Beroepsonderwijs (VMBO). Hierbij wordt onderzocht of de implementatie van een mobiel spel kan bijdragen aan meer motivatie en betere leerresultaten. Een laatste doel van dit onderzoek is om lessen te leren uit de praktische uitvoering van de opdracht door de leerlingen.

1.1 Theoretisch kader

In dit theoretisch kader zijn eerst belangrijke algemene onderdelen van het onderzoek besproken. Deze richten zich op 'mobiel leren', de rol van een authentieke context en de instructiestrategie. Vervolgens worden de onderdelen besproken die zich richten op het vaststellen van de effecten binnen het onderzoek. Het gaat daarbij over leerresultaten, motivatie en spellen. Tot slot worden de onderdelen besproken die zich richten op het ontwerp van de opdracht. Het gaat daarbij over de opzet van een mobiele les en enkele bestaande onderzoeken of beschrijvingen waarbij 'mobiel leren' is toegepast.

1.1.1 Mobiel leren

Wanneer mobiele apparatuur zoals mobiele telefoons, smartphones en iPods worden toegepast in de ondersteuning van het leerproces, spreekt men volgens de beschrijving van Ternier et al. (2010) over mobiel leren. Mobiel leren middels draadloze mobiele technieken maakt het volgens Ally (2009) mogelijk om toegang te krijgen tot informatie en leermaterialen op elke plaats en elk tijdstip. Volgens

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Ally kan draadloze mobiele technologie gebruikt worden om zowel formeel als informeel te leren, waarbij additionele en persoonlijke leermaterialen beschikbaar zijn.

Smartphones beschikken tegenwoordig over mechanismen als camera, microfoon, GPS en kompas. Ternier et al. (2010) geven aan hoe deze zogenaamde sensoren het leerproces kunnen ondersteunen. GPS en kompas helpen om de locatie en oriëntatie van een persoon vast te stellen; deze informatie kan gebruikt worden om een object of interessant punt te identificeren. De sensoren bieden de mogelijkheid om nieuwe applicaties te ondersteunen en zo kunnen in zogenaamde mobiele “augmented reality” applicaties sensordata als een locatie of een kijkrichting gekoppeld worden aan videobeelden die de mobiele telefoon zelf genereert. Deze informatie wordt toegevoegd aan het gezichtsveld van de gebruiker zodat deze nu vanuit een eigen perspectief op de werkelijkheid extra informatie te zien krijgt op het mobiele apparaat.

1.1.2 De instructiestrategie

De wijze waarop leerlingen begeleiding en ondersteuning ontvangen kan op verschillende manieren worden ingevuld. Ellerman, Denning, en Hanna (2001) beschrijven een teacher-centered/passive-learning model. Hier heeft de docent een actieve rol bij het aanleren van kennis en is de leerling meer passief. Het learner-centered/active-learning model gaat er volgens Ellerman et al. vanuit dat de docent niet passief is, maar een meer subtiele indirecte rol heeft ten aanzien van het leren van leerlingen.

Een ander onderscheid kan worden gemaakt vanuit de verschillende leertheorieën. Ertmer en Newby (1993) benadrukken daarbij om niet te spreken over de beste leertheoretische benadering. De gekozen strategie hangt af van de leerlingen en de taak. Een behavioristische strategie past bij beheersing van vakinhoud (weten wat) en een cognitieve strategie past het beste bij een setting waarin vastgestelde feiten en regels worden toegepast bij het oplossen van problemen in onbekende situaties (weten hoe). Het constructivisme is meer gericht op open problemen en reflectie (Ertmer & Newby, 1993).

Kirschner, Sweller, en Clark (2006) zijn kritisch wanneer er minimale begeleiding wordt toegepast bij ondermeer deze constructivistische strategie. Het bieden van begeleiding tijdens instructie is belangrijk, concluderen Kirschner et al. (2006). Uit bestaande studies blijkt vooral dat directe, krachtige instructie effectiever is dan minimale begeleiding bij beginnende leerlingen. Behalve dat niet begeleide instructie normaal gesproken minder effectief is, kan een instructie die niet begeleid wordt tot negatieve resultaten leiden door misconcepties, kennis die niet compleet is, of kennis die niet goed is georganiseerd (Kirschner et al., 2006).

Een onderzoek in opdracht van Kennisnet (Van der Neut, Teurlings, & Kools, 2005) gericht op leergedrag van VMBO-leerlingen lijkt deze behoefte aan begeleiding te ondersteunen. De uitgevoerde literatuurstudie concludeert dat deze leerlingen uit zichzelf niet zo de neiging hebben om activiteiten

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

uit te voeren waardoor het verwerkingsproces gereguleerd wordt. Ook hebben deze leerlingen minder de neiging zichzelf te motiveren tijdens het leerproces. Gevoerde gesprekken met docenten en leerlingen van drie scholen versterken dit beeld en ook een observatiestudie wijst in deze richting, aldus Van der Neut et al. (2005).

Voor dit onderzoek is gekozen voor een instructiestrategie die vooral gebaseerd is op het cognitivisme. Het ‘weten hoe’ sluit nauw aan bij de beoogde opzet van het onderzoek. Er is gekozen voor een hoge mate van begeleiding en ondersteuning, waarbij de rol van de docent meer subtiel en indirect is. De ondersteuning van lerenden wordt in dit onderzoek niet alleen door de docent uitgevoerd, maar is ook in het onderwijsmateriaal ingebouwd door middel van mobiele technologie.

Driscoll (2005) vat op basis van de literatuur van theoretici op het gebied van het cognitieve informatie proces (CIP) een aantal kenmerken van dit CIP samen. De rol van de instructeur is het organiseren van de informatie, het zorgen voor een directe attentie, het zorgen voor een goede opslag en oproepen van informatie, het aanbieden van praktische mogelijkheden en het helpen van de leerlingen bij het monitoren van hun leren. Een belangrijke rol van de lerende is het verwerken van deze informatie en het verbinden van deze informatie met de bestaande informatie in het geheugen. De ‘sensory informatie’ vanuit de omgeving is de ingangsinformatie voor het CIP. Het proces van leren bestaat naast het verwerken van de informatie uit het opslaan van deze informatie in het geheugen (Driscoll, 2005). Deze kenmerken van het CIP kunnen, als leermaterialen ontwikkeld worden met mobiele technologie, de ondersteuning aan de lerenden helpen vormgeven. Dit kan door aandacht te besteden aan zintuiggebruik, terugkoppeling, structuur van de opdracht en benodigde voorkennis. Deze principes zijn uitgangspunt bij het ontwerp van de opdracht.

Evaluatie en discussie kan plaatsvinden door middel van samenwerkend leren (e.g. Valcke, 2007). Het belang van discussie beschrijven Ertmer en Newby (1993) als onderdeel van een constructivistische benadering in een fase waarbij leerlingen meer ervaring en vertrouwen krijgen. Er kan dan een beweging plaatsvinden in de richting van een samenwerkende fase waarbij discussie cruciaal wordt en naïeve theorieën in een nieuw licht worden geplaatst. Dit begeleidt leerlingen richting *conceptual reframing* of leren (Ertmer & Newby, 1993). Deze geformuleerde principes zijn uitgangspunt bij het ontwerp van de opdracht in dit onderzoek, waarbij leerlingen in een buitenschoolse context gaan discussiëren over op te lossen problemen.

1.1.3 De rol van de authentieke context

Het leren kan volgens steeds meer opvattingen effectiever worden het wanneer het plaatsvindt in een realistische, authentieke context waarbij sprake is van levensecht materiaal en alle relevante informatie beschikbaar is (Pieters & Verschaffel, 2003). Zo kunnen opgaven worden gemaakt en problemen worden opgelost, waarbij de leerstof is ingekaderd in de vorm van een realistische omgeving met een

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

authentiek karakter in plaats van een aangereikte manier die formeel-abstract is. In het geval van contextgebonden onderwijzen wordt gebruik gemaakt van een rijke omgeving die alle elementen bevat om complexe en realistische problemen op te lossen; dit bevordert de integratie van schoolvakken. Leerlingen kunnen zo bijvoorbeeld via een film of een excursie een probleem oplossen, waarbij de leerstof op een natuurlijke, authentieke manier verwerkt wordt (Pieters & Verschaffel, 2003).

Uit principes die Merrill (2002) destilleert bij het analyseren van theorieën die gebruikt worden bij verschillende ontwerpen van instructie, kan het belang van een authentieke context worden afgeleid. Passende principes die Merrill destilleert zijn het demonstreren van nieuwe kennis, het oplossen van problemen in de echte wereld, nieuwe kennis kunnen toepassen en nieuwe kennis kunnen integreren.

Dit onderzoek wil de rol van de authentieke context benutten door het leren te laten plaatsvinden in een buitenschoolse context. Mobiele technologie maakt het hierbij mogelijk dat leerlingen het klaslokaal kunnen verlaten en daarbij begeleiding en ondersteuning krijgen.

1.1.4 Effecten van het onderzoek

Leerresultaten

Nadat informatie is verwerkt ontstaan verschillende soorten kennis en is er een onderscheid in kennis van feiten en begrippen die anders is dan persoonlijke kennis (Pieters & Verschaffel, 2003). Dit is afhankelijk van het soort geheugen waarin de opslag van kennis plaatsvindt. Het semantisch geheugen slaat begrippen en feiten op die kunnen worden gedefinieerd en een onderlinge relatie hebben. Het episodisch geheugen verzorgt de opslag van persoonlijke kennis en gebeurtenissen (Pieters & Verschaffel, 2003). Een verdere opdeling in kennis die Alexander, Schallert, en Hare (zoals geciteerd in Pieters & Verschaffel, 2003) maken is een opdeling van de kennis in het semantisch geheugen. Hierbij is sprake van declaratieve, procedurele en conditionele kennis. Valcke (2007) stelt ook dat er meerdere opdelingen in soorten kennis mogelijk zijn en dat verschillende soorten kennis wel kunnen worden onderscheiden, maar dat het niet echt mogelijk is om deze te scheiden. In de werkelijkheid zullen de soorten kennis op elkaar ingrijpen en zullen de verschillende typen kennis zich in een duidelijke relatie tot elkaar ontwikkelen.

Pieters en Verschaffel (2003) stellen dat leren en leerprocessen op verschillende manieren kunnen worden gekenmerkt en dat dit afhankelijk is van de opvatting over leren. Driscoll (2005) schetst twee benaderingen van leren. Bij de eerste benadering is leren een verandering in menselijke prestaties of prestatiepotentieel die blijvend van karakter is. Lerenden zijn dan in staat om acties te laten zien die voorafgaand aan dit leren nog niet getoond konden worden. Typisch bij deze benadering is dat de docent, instructeur of een onderzoeker alleen weet of er geleerd is door aan de lerende te vragen dit te laten zien. Bij de tweede benadering is er ook sprake van een performance of performance-potentieel, en hier is dit een resultaat van de ervaringen en interactie van de lerende met de wereld. Bij deze

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

benadering is het soms moeilijk om te bepalen of gedragsveranderingen toe te schrijven zijn aan iets wat is geleerd, of dat er sprake is van een natuurlijke ontwikkeling (Driscoll, 2005).

Kirschner et al. (2006) definiëren leren als een verandering in het lange-termijn geheugen. Volgens Driscoll (2005) moet alles wat voor lange tijd herinnerd moet worden naar dit lange-termijn geheugen overgebracht worden. Hierbij is sprake van *transfer* vanuit het korte-termijn naar het lange-termijn geheugen.

Dit onderzoek richt zich op het bereiken van leerresultaten, door verschillende soorten kennis toe te passen. Het onderzoek wil de opgedane kennis meten op een korte en langere termijn nadat een opdracht is uitgevoerd.

Motivatie

Volgens docenten is leren bijna onmogelijk wanneer lerenden weinig motivatie of interesse hebben in een onderwerp. Een gebrek aan interesse en het betrekken van de leerling bij instructie vormt een typisch punt van kritiek (Dick, Carey, & Carey, 2005).

Een model wat dit probleem op een systematische manier wil oplossen is volgens Dick et al. het Attention Relevance Confidence Satisfaction (ARCS) model van Keller (zoals geciteerd in Dick et al., 2005). De vier onderdelen van dit model: attentie, relevantie, vertrouwen en tevredenheid moeten volgens Keller in de gehele instructiestrategie aanwezig zijn om een instructie te geven die de lerende motiveert.

Gemotiveerd zijn betekent volgens Ryan en Deci (2000, p. 54) “to be moved to do something”, maar merken daarbij op dat motivatie geen eenduidig begrip is en er sprake is van een hoeveelheid motivatie, maar ook van soort motivatie. Een belangrijk onderscheid wat Ryan en Deci binnen de Self Determination Theory (SDT) maken is een verschil in extrinsieke en intrinsieke motivatie. Bij extrinsieke motivatie gaat het erom dat men iets doet omdat er een bepaald resultaat bereikt wordt. Bij intrinsieke motivatie wordt er iets gedaan omdat er een relatie met interesse of plezier is. Een intrinsiek gemotiveerd persoon komt dan ook eerder in beweging doordat er sprake is van plezier of uitdaging dan wanneer er sprake is van prikkels die van buiten komen, druk of beloningen (Ryan & Deci, 2000).

Refererend aan onderzoeken vatten Ryan en Deci (2000) samen dat intrinsieke motivatie in onder meer klaslokalen kan worden versterkt door autonomie en competentie aan te moedigen. Intrinsieke motivatie kan echter ook worden verlaagd door deze behoeften te ontmoedigen. Het resultaat van intrinsieke motivatie is een hoge kwaliteit van leren en creativiteit. Tegelijkertijd kunnen onderwijsgeveenden niet alleen op intrinsieke motivatie vertrouwen. Niet alle taken zijn altijd inherent plezierig of interessant en om succesvol les te kunnen geven is het dan ook essentieel om te weten hoe er vormen van extrinsieke motivatie gepromoot kunnen worden (Ryan & Deci, 2000).

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Een onderzoek waarbij intrinsieke motivatie in combinatie met leren werd onderzocht was gericht op e-learning (Martens, Gulikers, & Bastiaens, 2004). De studenten speelden in dit onderzoek de rol van een junior consultant. Een conclusie van dit onderzoek was dat een hogere intrinsieke motivatie wel leidt tot meer exploratief studiegedrag bij studenten, maar dat de hogere intrinsieke motivatie niet heeft geleid tot meer inhoudelijke kennis.

Dit onderzoek zal onderdelen van het ARCS-model implementeren om de algemene motivatie van leerlingen te verhogen. Het onderzoek zal zich uitsluitend richten op het meten van intrinsieke motivatie, omdat het resultaat van deze motivatie volgens Ryan en Deci (2000) een hoge kwaliteit van leren en creativiteit is.

Spellen toegepast in het onderwijs

Pivec, Dziabenko, en Schinnerl (2003) beschrijven aspecten van *Game-Based Learning*. In het gebruik van computerspellen en spellen in het algemeen zijn er verschillende mogelijkheden om het leerproces te ondersteunen. Voorbeelden zijn dat lerenden worden aangemoedigd om verschillende soorten kennis te combineren om op een bepaald moment een oplossing te kiezen, of een beslissing te nemen. Ook kunnen lerenden testen hoe het resultaat van een spel verandert door hun besluiten en acties. Daarnaast worden sociale vaardigheden verbeterd doordat het contact met teamleden wordt aangemoedigd. Zodoende vindt discussie en onderhandeling over de te volgen stappen plaats (Pivec et al., 2003).

Garris, Ahlers, en Driskell (2002) geven via het Input-Process-Outcome Game model aan hoe er een iteratieve cyclus - genaamd 'game cycle' - ontstaat wanneer inhoudelijke instructie en passende spelkarakteristieken succesvol worden gecombineerd. Deze cyclus bestaat uit gebruikersbeoordelingen als plezier en interesse, gebruikersgedrag - zoals meer tijd die besteed wordt aan een taak - en terugkoppeling over de prestaties. Deze betrokkenheid leidt tot het behalen van leerdoelen en specifieke leerresultaten. Vaak worden educatieve spellen gezien als mogelijkheid om de intrinsieke motivatie te verbeteren, maar bij deze spellen is ook extrinsieke motivatie belangrijk. Het doel is dat leerlingen zowel zichzelf kunnen sturen, alsook vanuit zichzelf gemotiveerd zijn (Garris, Ahlers, & Driskell, 2002).

Leemkuil, De Jong, en Ootes (2000) komen vanuit een literatuurstudie naar het gebruik van spellen en simulaties voor het onderwijs tot een aantal karakteristieken van spellen. Er is bij spellen sprake van het bereiken van een doel, regels en beperkingen, een competitievorm en een gesitueerde context.

Een grootschalig Europees project concludeerde dat de motivatie van leerlingen significant werd verhoogd toen computerspellen in het onderwijsproces werden geïntegreerd. Deze conclusie werd

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

gebaseerd op basis van voorbeelden en ondervraagde docenten (Wastiau, Kearney, Berghe, Joyce, & Gerhard, 2009).

Leemkuil et al. (2000) concluderen vanuit een literatuurstudie dat spellen voor het onderwijs een diversiteit aan toepassingen biedt en dat de setting waarin ze gebruikt worden bepalend is. Veel evaluaties van spellen zijn “anecdotal, descriptive or judgmental” (p. 35). Spellens zijn volgens enkele indicaties effectief en superieur aan ‘case-studies’ waar het gaat om het verwerven van kennis (Leemkuil et al., 2000).

Een recent overzichtsartikel van Kennisnet (Van Rooij, Jansz, & Schoenmakers, 2010) analyseerde wetenschappelijke onderzoeken naar de effecten van spellen. Een conclusie is dat spellen positieve effecten hebben op cognitie. Aanwijzingen voor positieve effecten in de richting van inhoudelijke kennis zijn volgens dit overzichtsartikel minder eenduidig. Er is meer onderzoek nodig voordat spellen breed worden ingezet in het onderwijs. Inzicht in de vraag of leerlingen meer leren van spellen ten opzichte van andere onderwijsmethoden is daarbij nodig.

Dit onderzoek past de beschreven spelkarakteristieken toe en combineert deze met een inhoudelijke instructie. Deze spelkarakteristieken zijn het bereiken van een doel, regels en beperkingen, een competitievorm en een gesitueerde context. Mogelijk kan een mobiel spel bij leerlingen leiden tot meer intrinsieke motivatie en betere leerresultaten in de vorm van kennis.

1.1.5 Het ontwerp van een mobiele les

Pintus, Carboni, Paddeu, Piras, en Sanna (2004) onderscheiden vier opeenvolgende stappen bij een mobiele les, namelijk i) het ontwerpen van een mobiele les, ii) het voorbereiden van de leerlingen op deze les door relevante voorkennis te activeren en leerlingen de technische apparatuur uit te leggen die ze gaan gebruiken, iii) de activiteit zelf en iv) de activiteiten die terug op school van belang zijn zoals het beoordelen van de resultaten en het uitvoeren van correctieve pedagogische acties wanneer leerlingen bijvoorbeeld een slecht resultaat behalen. Deze vier stappen vormen ook de basis voor de mobiele les die in het onderhavige onderzoek wordt ontworpen en uitgevoerd.

Ally (2004) stelt dat er bij het aanbieden van leermaterialen via een mobiel apparaat gezorgd moet worden voor multimedia rijke strategieën die informatief zijn. Het onderzoek implementeert dit doordat de leerlingen hun instructie kunnen lezen via geschreven tekst op het scherm en horen via audio. Ook stelt Ally dat er rekening moet worden gehouden met de benodigde input door leerlingen, de beperkte schermgrootte en het minimaliseren van de hoeveelheid informatie op het scherm. Het onderzoek implementeert dit door de bedieningshandelingen te beperken en instructie kort te beschrijven.

Bij een onderzoek naar het toepassen van mobiele technologie in een museum beschrijven Naismith en Smith (2009) dat er sprake was van grote betrokkenheid van de participanten bij het

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

gebruikte mobiele apparaat, maar dat er weinig aandacht of interactie met de objecten was. Een suggestie vanuit de participanten was om daarom gebruik te maken van directe instructies waarbij de aandacht duidelijk op het object gericht wordt. Het onderhavige onderzoek implementeert deze suggestie.

1.1.6 Bestaand onderzoek met mobiele technologie als hulpmiddel bij het leren

Hieronder worden, op basis van relevantie ten aanzien van dit onderzoek, vijf onderzoeken met mobiele technologie op hoofdlijnen weergegeven. Deze opsomming is niet uitputtend, omdat er een selectie is toegepast. Naast het feit dat mobiele technologie wordt toegepast zijn de onderzoeken of activiteiten geselecteerd op basis van één of meer van de volgende criteria: de vorm van mobiel leren, de doelgroep, het vakgebied van de leerlingen, het toepassen van een mobiel spel, het meten van motivatie, het meten van leerresultaten en een duidelijke relatie tussen het leren in de klas en een buitenschoolse context. Als laatste wordt een toepassing van het programma ARLearn beschreven.

MobileMath

Wijers, Jonker, en Drijvers (2010) beschrijven een exploratief onderzoek met het spel MobileMath. In dit spel worden wiskundige leerdoelen bereikt door een spel te spelen. Aan het onderzoek deden zestig leerlingen in de leeftijd van twaalf tot en met veertien, van drie verschillende scholen voor voortgezet onderwijs, mee. De verwachting van het spel was dat er bij de leerlingen een verdieping op het gebied van meetkundige concepten zoals vormen, oriëntatie en navigatie zou plaatsvinden. Het spel werd door twee tot acht teams gespeeld met mobiele telefoons met een GPS-ontvanger. Buiten de school is een speelveld, wat samen met de tijdsduur door de eerste speler wordt gedefinieerd. De andere teams kunnen zich aanmelden waarna de teams elkaars bewegingen als punten op een kaart kunnen volgen via het scherm van de mobiele telefoon. Het doel van het spel is om zoveel mogelijk gebied af te dekken door het construeren van vierkanten, rechthoeken of parallellogrammen. Hierbij worden punten verdiend afhankelijk van het afgedekte gebied en de complexiteit van het figuur. De spelers vormen figuren door naar locaties te lopen en daar virtuele hoekpunten te plaatsen. De leerlingen werden hierbij geholpen doordat er ondersteunende lijnen op het scherm zichtbaar waren. Na het plaatsen van het vierde hoekpunt is er een controle door het spel; een vorm kan afgekeurd of goedgekeurd worden. Resultaten laten zien dat de leerlingen zeer gemotiveerd waren en plezier hadden in het spelen van het spel. Hoewel er leerresultaten gemeld worden, kunnen de onderzoekers nog niet stellen dat MobileMath een leereffect had. Dit effect hopen de onderzoekers door middel van verder onderzoek aan te tonen (Wijers et al., 2010).

Frequentie 1550

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Huizenga, Admiraal, Akkerman, en Ten Dam (2009) onderzochten een mobiel stadsspel: Frequency 1550. Het spel richt zich op leerlingen in het eerste jaar van het voortgezet onderwijs die historische kennis opdoen. De opzet van het onderzoek was quasi-experimenteel en er deden 458 leerlingen mee aan het onderzoek. De leerlingen kwamen van vijf verschillende scholen. Tien klassen speelden het spel en tien klassen kregen een reguliere lessenserie op projectbasis aangeboden. Relevante resultaten in relatie tot dit onderzoek zijn dat de leerlingen die het spel speelden betrokken waren en dat deze leerlingen significant meer kennis opdeden van Amsterdam in de Middeleeuwen, dan de leerlingen die het spel niet speelden. De motivatie van leerlingen die het spel speelden voor geschiedenis in het algemeen en de Middeleeuwen specifiek, verschilde niet significant van de motivatie van leerlingen die een reguliere lessenserie hadden gevolgd (Huizenga et al., 2009)

MyArtSpace

Dit project was volgens Sharples, Lonsdale, Meek, Rudman, en Vavoula (2007) bedoeld om het leren in een klaslokaal te verbinden met het bezoeken van een museum. Hierbij werden mobiele telefoons en een webgebaseerde ondersteuning gecombineerd. Mobiele telefoons met de MyArtSpace software werden aan de leerlingen verstrekt wanneer ze arriveerden bij het museum. Hiermee konden bijvoorbeeld presentaties bekeken worden, foto's genomen worden en aantekeningen worden gemaakt. Terug in het klaslokaal kon de verzamelde informatie worden bekeken en eventueel verder worden gebruikt. Samengevat had MyArtSpace een positieve impact op museumbezoeken die vanuit school werden ondernomen. Naast beperkingen en gebieden voor verbetering noemt het onderzoek voordelen. Relevant in relatie tot het onderhavige onderzoek is dat er een verbinding is gemaakt tussen het leren in klaslokalen en het leren in musea. Daarnaast is er ondermeer sprake van betrokkenheid en verbeterde motivatie van de leerlingen voor museumbezoek (Sharples et al., 2007)

Geocaching

Met geocaching kan in de buitenwereld op 'schatten' worden gejaagd met een apparaat dat geschikt is voor GPS. De deelnemers kunnen navigeren naar specifieke GPS-coördinaten, waar geprobeerd kan worden een 'geocache' te vinden (Geocaching, n.d.)

Bragg, Pullen, en Skinner (2010) beschrijven een project waarbij dit spel in het onderwijs werd ingezet. Leerlingen in de leeftijd van vijf tot en met zes en tien tot en met twaalf deden mee aan een project waarin onderdelen van het vak wiskunde via dit spel werden behandeld doordat er 'geocaches' gevonden moesten worden. Oudere leerlingen hielpen de jongere leerlingen met het vinden van de 'geocaches'. Tijdens alle lessen werd rekening gehouden met de aanwezige voorkennis en was samenwerking belangrijk. De oudere leerlingen verstopten de 'geocaches'. Door geleerde vaardigheden op het gebied van kaartlezen en kompas navigatie te integreren begeleiden zij de jongere leerlingen middels instructies naar deze 'geocaches'. Hiervoor werden door de oudere leerlingen op

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

schaal overzichten van de schoolgebouwen gemaakt. Tevens schreven deze leerlingen de benodigde looprichtingen op in wiskundige taal. Verschillende leerresultaten en een hoge mate van betrokkenheid en vermaak worden beschreven (Bragg et al., 2010).

ARLearn

De Vries, Ternier, en Visser (2010) beschrijven een pilot waarin ARLearn is gebruikt ter ondersteuning van het leren. Aan deze pilot deden zes studenten Cultuurwetenschappen mee die een studiebezoek brachten aan de Italiaanse stad Florence. Hier moest veldwerk worden verricht; de studenten werden ondersteund met een *augmented reality* toepassing waardoor relevante geluidsfragmenten met opdrachten of toelichtingen automatisch beschikbaar kwamen wanneer een student zich in de nabijheid van het studieobject bewoog. Ook audiofragmenten van andere studenten konden beluisterd worden en daarnaast konden de studenten hun eigen geluidsfragmenten opnemen. Een belangrijk doel was om de interactie met het mobiele apparaat secundair te maken ten opzichte van de informatie, taken en aantekeningen. De studenten waren positief over de inzet van de ARLearn applicatie als leermiddel. Wat betreft het lezen van en het luisteren naar de aanwijzingen van de studiebegeleider, waren de meningen verdeeld. Ook waren de meningen verdeeld ten aanzien van het automatisch starten van de audiofragmenten. De helft van de studenten had een voorkeur voor het automatisch starten, terwijl de andere helft de fragmenten liever handmatig startte. Via een tablet kon de studiebegeleider het wandelpad van de studenten volgen en de aantekeningen bekijken. Via een webportfolio hebben de studenten hun werkstuk uitgewerkt; hierbij konden zowel de eigen aantekeningen als die van anderen worden geraadpleegd (De Vries et al., 2010)

Aan de hand van voortschrijdende inzichten zijn in ARLearn functies weggelaten en toegevoegd. De functie waardoor audiofragmenten automatisch worden gestart is als functie verwijderd en zal in het onderhavige onderzoek daarom niet worden toegepast.

Hoofddlijnen van bestaande onderzoeken

Samengevat weten we nu dat mobiel leren vele variaties kent. De beschreven onderzoeken kennen uiteenlopende ontwerpen en beschrijven verschillende resultaten. De onderzoeken beschrijven vooral de betrokkenheid en motivatie van leerlingen als positief resultaat. De verschillende karakters van de besproken onderzoeksontwerpen maken een objectieve analyse in relatie tot het onderhavige onderzoek niet mogelijk. Onderzoek op het gebied van mobiel leren waarbij intrinsieke motivatie en/of leerresultaten in de vorm van kennis worden onderzocht, en waarbij uitsluitend het spelen van een mobiel spel een unieke variabele is, werd niet gevonden. Dit onderzoek wil daarom twee groepen leerlingen vergelijken. Deze groepen zullen dezelfde opdracht uitvoeren en maken gebruik van smartphones waarop het programma ARLearn is geïnstalleerd. Één groep zal de opdracht uitvoeren als een mobiel spel en de andere groep zal de opdracht als een meer normale opdracht uitvoeren.

2. Centrale vraagstelling

Dit onderzoek heeft allereerst als doel om een bijdrage te leveren aan de verdere ontwikkeling van ARLearn. Door een opdracht te ontwerpen in ARLearn kon de auteurstool verder worden vormgegeven. Hier is invulling aan gegeven door voorafgaand aan de ontwikkeling van een auteurstool deze opdracht te ontwerpen. Het ontwerp van de opdracht op basis van het programma ARLearn is beschreven in hoofdstuk 3. Een tweede doel is om te onderzoeken of leerlingen die een mobiel spel spelen over meer intrinsieke motivatie beschikken en betere leerresultaten behalen. Het derde doel is om lessen te leren van de praktische uitvoering van de opdracht door de leerlingen.

Het leerresultaat, in de zin van groei van kennis, en de aanwezige intrinsieke motivatie zijn in dit onderzoek de afhankelijke variabelen. Het mobiele spel is de onafhankelijke variabele.

De laatste twee doelstellingen zijn vertaald naar twee onderzoeksvragen. Bij elke onderzoeksvraag zijn de hypothesen geformuleerd en deelvragen beschreven waarmee de onderzoeksvragen worden beantwoord.

Onderzoeksvraag 1

‘Zijn de VMBO-leerlingen die een opdracht op basis van smartphones en ARLearn uitvoeren als een mobiel spel meer intrinsiek gemotiveerd, en bereiken deze leerlingen betere leerresultaten dan leerlingen die dezelfde opdracht zonder mobiel spel uitvoeren?’

- Hypothese 1: VMBO-leerlingen die de opdracht krijgen aangeboden via een mobiel spel, zullen statistisch een significant hogere intrinsieke motivatie bereiken dan VMBO-leerlingen die dezelfde opdracht krijgen aangeboden zonder het mobiele spel.
- Hypothese 2: VMBO-leerlingen die de opdracht krijgen aangeboden via een mobiel spel, zullen direct na het uitvoeren van de opdracht statistisch significant betere leerresultaten bereiken dan VMBO-leerlingen die dezelfde opdracht krijgen aangeboden zonder het mobiele spel.
- Hypothese 3: VMBO-leerlingen die de opdracht krijgen aangeboden via een mobiel spel, zullen twee tot drie weken na het uitvoeren van de opdracht statistisch significant betere leerresultaten bereiken dan VMBO-leerlingen die dezelfde opdracht krijgen aangeboden zonder het mobiele spel.
- Hypothese 4: Er is bij de VMBO-leerlingen die de opdracht als een mobiel spel uitvoeren en bij de VMBO-leerlingen die dezelfde opdracht zonder het mobiele spel uitvoeren een invloed van intrinsieke motivatie op leerresultaten. Meer aanwezige intrinsieke motivatie leidt tot betere leerresultaten in de vorm van meer groei van kennis.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Onderzoeksvraag 2

‘Welke lessen kunnen vanuit de leerlingen worden geleerd na uitvoering van de opdracht - met taken - waarbij gebruik wordt gemaakt van smartphones in combinatie met het programma ARLearn?’

- Deelvraag 1: Wat zijn de ervaringen van de leerlingen met de uitgevoerde opdracht?
- Deelvraag 2: Wat is de tijdsbesteding van de leerlingen met betrekking tot de uitvoering van de opdracht?
- Deelvraag 3: Hoe beantwoorden de leerlingen de meerkeuzevragen tijdens het uitvoeren van de opdracht?
- Deelvraag 4: Hoe maken de leerlingen de vereiste handmatige uitwerkingen op papier tijdens het uitvoeren van de opdracht?

3. Ontwerp van de opdracht op basis van ARLearn

Dit onderzoek vond plaats in de eerste helft van 2012. Destijds was het programma ARLearn nog volop in ontwikkeling bij het Learning Media programma van het Centre for Learning Sciences and Technologies (CELSTEC) van de Open Universiteit Nederland. De belangrijkste beperking was het ontbreken van een auteurstool waarmee op eenvoudige wijze ontwerpen kunnen worden gemaakt. Ondertussen is deze auteurstool - mede op basis van ervaringen die zijn opgedaan binnen dit onderzoek - ontwikkeld. ARLearn is nu beschikbaar als een Android-app op *Google play*. Er is tevens een handleiding beschikbaar.

Toen het ontwerp voor dit onderzoek werd gemaakt was er nog weinig ervaring opgedaan met leerlingen die het programma gebruiken. Het onderzoek vroeg om toepassingen binnen ARLearn die nog niet eerder waren geïmplementeerd. Het programma ARLearn kende ten tijde van dit onderzoek mogelijkheden en beperkingen. Voor het ontwerp van de opdracht was het belangrijk om hier nauwkeurig bij aan te sluiten. Allereerst worden daarom de mogelijkheden en beperkingen beschreven zoals die begin 2012 van toepassing waren. Daarna is beschreven hoe de opdracht - op basis hiervan - door de onderzoeker is ontworpen en welke activiteiten door CELSTEC zijn uitgevoerd.

3.1 De ontwikkelfase van het programma ARLearn

Voor het ontwerpen van de opdracht in het eerste kwartaal van 2012 moest rekening worden gehouden met de volgende mogelijkheden en beperkingen van het programma ARLearn (S. Ternier, persoonlijke communicatie, 18 Oktober, 2011):

- Leertaken kunnen worden gekoppeld aan GPS-coördinaten. De leerlingen zien de taak dan op het scherm. De taken kunnen op twee manieren zichtbaar gemaakt worden, namelijk één voor één en gelijktijdig.
- Er is nog geen auteurstool voor ARLearn beschikbaar. De consequentie is dat er per taak handmatig regels gecodeerd moeten worden in een JSON-formaat. Dit formaat wordt gebruikt om spellen in ARLearn te coderen in een voor machines, zoals computers, begrijpelijke taal. Hierdoor begrijpen computers hoe het spel geïmplementeerd moet worden. Deze regels zorgen binnen ARLearn voor de algemene taakstructuur, het aanmaken van meerkeuzevragen en het vastleggen van de GPS-coördinaten. Voor het verstrekken van ondersteunende informatie in de vorm van tekst op het scherm moeten bestanden in HTML-formaat ontworpen worden. Voor de audio-ondersteuning moeten geluidsopnamen in MP3-formaat opgenomen worden.
- De leerlingen kunnen de vragen op twee manieren beantwoorden: door middel van een meerkeuze vraag inclusief feedback of middels een open vraag die met audio beantwoord moet worden. Bij

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

de open vragen is geen feedback mogelijk; wel kan de gebruiker een foto toevoegen of een tekst inspreken.

- Het volgen van de leerlingen door een docent of begeleider is mogelijk, maar dit vraagt een internetverbinding die niet standaard aanwezig is.

3.2 Ontwerp van de opdracht

Voorafgaand aan het ontwerp werden leerdoelen vastgesteld. Deze leerdoelen waren gericht op het vak wiskunde. De leerdoelen hadden betrekking op het toepassen van de stelling van Pythagoras en het berekenen van hoeken, de omtrek van een cirkel, oppervlakte en inhoud. Op basis van deze vastgestelde leerdoelen werden in de omgeving van de school objecten geselecteerd waaraan geschikte taken gekoppeld konden worden. Een overzicht van de exacte leerdoelen en de beoogde relatie met de taken staat beschreven in bijlage 1. Dit overzicht geeft een indicatie, omdat er in de praktijk meerdere oplossingsrichtingen zijn met betrekking tot de uitwerking van de taken.

Van alle objecten werden door de onderzoeker de exacte GPS-coördinaten bepaald en voor iedere taak werd een instructie ontworpen. Om aan te sluiten bij de mogelijkheden van ARLearn werd elke instructie door de onderzoeker omgezet in tekstbestanden met een HTML-formaat en werd dezelfde tekst door de onderzoeker via een extern programma ingesproken en opgeslagen als geluidsfragment in MP3-formaat. Voor iedere taak werden één of twee meerkeuzevragen ontworpen. Om na het beantwoorden van een meerkeuzevraag een directe terugkoppeling te kunnen geven naar de leerlingen via de smartphone, werden door de onderzoeker twee tekstbestanden in HTML-formaat aangemaakt. Één tekst was nodig om aan te geven dat het antwoord op een meerkeuzevraag juist was en het andere bestand was nodig om aan te geven dat het antwoord nog niet juist was.

Voor alle taken werden door de onderzoeker handmatig regels gecodeerd in JSON-formaat; hiermee werd de basisstructuur voor de opdracht in ARLearn aangemaakt. Aan deze basisstructuur werden de meerkeuzevragen en GPS-coördinaten gekoppeld en werden verwijzingen aangebracht naar de juiste tekst- en audiobestanden.

Het onderzoek koos voor een gelijktijdige presentatie van taken op het scherm van de smartphone. Hierdoor konden de leerlingen een eigen keuze in de volgorde van taken maken. Zodoende werd verwacht dat er een natuurlijke, geografische spreiding van de verschillende teams zou optreden en het aantal ongewenste ontmoetingen beperkt zou worden.

Twee soorten opdrachten werden ontworpen om een onderscheid te kunnen maken tussen smartphones waarop een mobiel spel gespeeld werd en smartphones waarop geen spel gespeeld werd. Het belangrijkste verschil tussen deze opdrachten was het wel of niet presenteren van score-informatie op het scherm van de smartphone. Hiervoor werd in ARLearn een voorziening aangebracht waarbij ieder goed antwoord op een meerkeuzevraag tien punten winst opleverde en ieder fout antwoord vijf

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

punten aftrek opleverde. Deze punten worden in dit onderzoek verder aangeduid als spelpunten. De score-informatie werd na het beantwoorden van elke meerkeuzevraag in ARLearn geregistreerd en tevens gepresenteerd op het scherm van de smartphone. Bij de opdracht zonder het mobiele spel werd de score-informatie wel geregistreerd in ARLearn, maar niet gepresenteerd op het scherm van de smartphone.

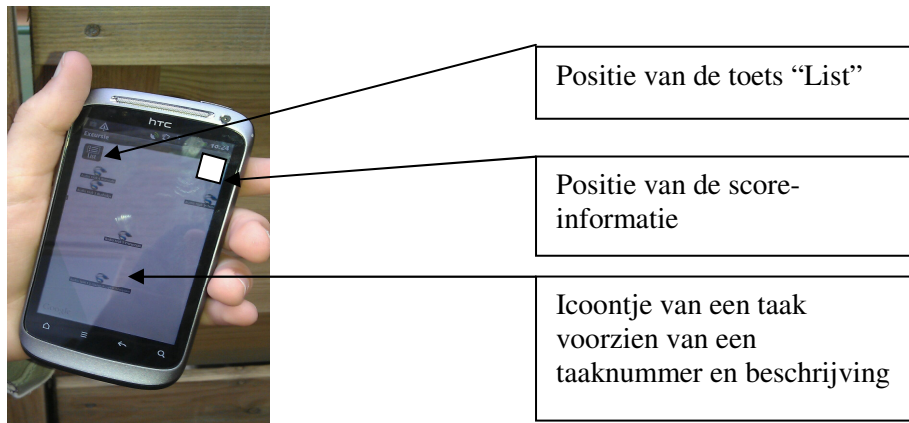
Het onderzoek maakt een duidelijk onderscheid tussen een opdracht met een spel en een opdracht zonder spel. In het programma ARLearn zelf werden echter twee spellen geïmplementeerd. Het spel met score-informatie werd in ARLearn ‘GameMetScore’ genoemd en het spel zonder score werd ‘GameZonderScore’ genoemd.

Dit deel van het ontwerp is binnen ARLearn bekend als het ontwerpen van een “game” waarbij volgens Ternier, Klemke, Kalz, Van Ulzen, en Specht (in press) onderdelen als items, onafhankelijkheden, scores en regels om verder te komen worden gedefinieerd. Nadat een ‘game’ is ontworpen kan deze aan een willekeurig aantal zogenaamde ‘runs’ worden gekoppeld.

Via deze ‘runs’ werden de gebruikers gedefinieerd en gegroepeerd. Vier ‘runs’ werden in het ontwerp gekoppeld aan het spel met de score-informatie en vier ‘runs’ werden gekoppeld aan het spel zonder score-informatie. Elke ‘run’ werd vervolgens aan een specifieke smartphone gekoppeld. Op vier smartphones was het mobiele spel nu geladen inclusief score-informatie en vier smartphones waren voorzien van het mobiele spel waarbij deze score-informatie op het scherm ontbrak. Vervolgens werden alle smartphones door de onderzoeker voorzien van een tijdelijke internetverbinding met prepaid SIM-kaartjes. Deze verbinding was nodig om de benodigde plattegrond vanuit *Google Maps* bij te werken, voor het afhandelen van het berichtenverkeer bij goede en foute antwoorden en voor het presenteren van de instructie en audio-informatie.

In Figuur 1 is een smartphone met een draaiend programma, ARLearn, afgebeeld. De icoontjes van taken zijn zichtbaar en de positie van de mogelijke score-informatie en de toets “List” is aangegeven. Via deze toets kan de instructie van de taak en de terugkoppeling op een meerkeuzevraag worden gelezen.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN



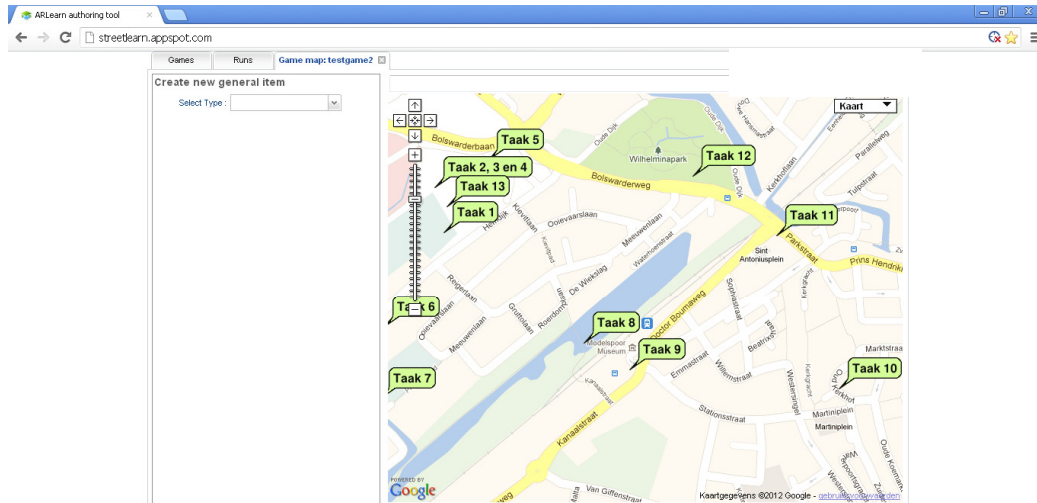
Figuur 1. Afbeelding van een smartphone met het geïnstalleerde programma ARLearn.

Na het opstarten van het programma ARLearn op de smartphone kregen de leerlingen een plattegrond gepresenteerd van de schoolomgeving, waarbij de locaties van de taken als icoontjes zichtbaar waren. Een blauwe stip op het scherm registreerde de actuele positie van de smartphone en dus van de leerlingen. De leerlingen konden via het scherm steeds in- en uitzoomen en zo kon naar de locaties van de objecten genavigeerd worden. Na het aanklikken van een icoontje op het scherm werd automatisch het juiste audiofragment met instructie opgestart. Tijdens het beluisteren werd automatisch de tekstuele instructie inclusief bijbehorende meerkeuzevraag (of vragen) via een tekstbericht naar de smartphone verzonden. Een correcte verzending werd steeds bevestigd met een kort melodietje.

3.3 Onderwijskundige onderdelen van het ontwerp

Bij de uiteindelijke selectie van de objecten waren de leerdoelen leidend, maar daarnaast waren de elementen loopafstand, voldoende inhoudelijke afwisseling, veiligheid voor de leerlingen, een logische looproute en voldoende spreiding tussen de taken, van belang. Figuur 2 geeft een geografische impressie van de locaties van de geselecteerde objecten, en dus taken. Deze impressie is weergegeven in de nieuwe auteursomgeving van ARLearn, die op het moment dat dit onderzoek plaatsvond nog niet beschikbaar was. Hierbij werd taak 1 als een oefentaak ontworpen. Deze taak vormde geen actief onderdeel van de reguliere opdracht. Het doel van de oefentaak was om de leerlingen ter voorbereiding op de opdracht te laten oefenen met de opzet van de opdracht, de werking van het programma ARLearn en het navigeren met en de bedienen van de smartphone. De oefening was belangrijk omdat de leerlingen voor de opdracht zelfstandig op pad zouden gaan en er vanaf dat moment geen directe ondersteuning meer mogelijk zou zijn. Het doel van de oefentaak was dan ook om ervoor te zorgen dat de leerlingen zelfstandig zouden kunnen werken met de smartphone en het programma ARLearn.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN



Figuur 2. Geografische impressie van de locaties van de objecten of taken, opgezet in de nieuwe auteursomgeving van ARLearn (schermafbeelding). De onderliggende plattegrond is afkomstig van *Google Maps*. Verkregen op 11 november, 2012, via www.streetlearn.appspot.com.

Bij het ontwerpen van de meerkeuzevragen is gebruik gemaakt van aanwijzingen die Moelands, Noijons, en Rem (1992) geven bij het ontwerpen van gesloten vragen. De toegepaste aanwijzingen richten zich op een heldere vraagstelling en het bedenken van afleiders waarbij sprake is van bekende leermoeilijkheden en vergissingen die vaak gemaakt worden. Afleiders die op verzoek van de wiskundedocent in het ontwerp werden ingebouwd waren vooral gericht op het maken van vergissingen bij het omzetten van wiskundige formules, of het gebruiken van verkeerde eenheden.

Het ontwerp koos bij iedere taak voor een identieke gestructureerde opbouw van de instructie. Eerst werd duidelijk aandacht gevraagd voor het object door de inleiding van de vraag te beginnen met: “Jullie zien hier.....” of “Deze opdracht richt zich....”. Vervolgens werd de taak toegelicht waarna direct één of meer meerkeuzevragen aan de leerlingen werden voorgelegd. In het geval van een goed antwoord kregen de leerlingen een terugkoppeling via ARLearn in de vorm van een tekstberichtje met de inhoud “Het antwoord is juist. Goed gedaan!”. Was het antwoord fout, dan luidde de terugkoppeling: “Het antwoord is helaas nog niet juist. Ga opnieuw meten en berekenen. Beantwoord daarna opnieuw de meerkeuzevraag”.

In tegenstelling tot de instructie die beluisterd kon worden, herhaalde de instructie in het tekstbericht steeds eerst kort de beoogde organisatie van de taak. Deze tekst met betrekking tot de organisatie van de taak, de specifieke instructies per taak en de bijbehorende meerkeuzevragen zijn opgenomen als bijlage 2.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

De leerlingen die het spel speelden kregen de activiteit gepresenteerd als een spel in de vorm van 'een missie' waarbij zoveel mogelijk spelpunten gehaald moesten worden. Hierbij werden taken gepresenteerd als 'uitdagingen'. Bij de leerlingen die het spel niet speelden werden deze aspecten achterwege gelaten en werd de activiteit als een 'normale' wiskundeopdracht gepresenteerd. Hiervoor werden twee inleidende presentaties ontworpen. In bijlage 3 zijn deze twee presentaties opgenomen. De groepen werden niet gehinderd door tijdsdruk; via beide inleidende presentaties werd expliciet vermeld dat voor de opdracht twee uren beschikbaar waren. In de presentatie van de leerlingen die het spel speelden werd daarnaast expliciet gemeld dat de snelheid van uitvoering geen onderdeel van het spel was. In beide presentaties zijn belangrijke onderdelen verwerkt die Dick et al. (2005) beschrijven als activiteiten die voorafgaan aan de formele instructie. Hierbij moeten de lerenden gemotiveerd en geïnformeerd worden voor en over hetgeen geleerd gaat worden, daarnaast moet de benodigde voorkennis aanwezig zijn. Gebaseerd op het ARCS-model werden twee aansprekende, verzorgde presentaties ontworpen en was het van belang dat de onderzoeker als presentator streefde naar een enthousiaste toonzetting om aandacht te vragen van de leerlingen. De relevantie van de opdracht werd benadrukt door te vermelden dat ondanks de aanwezige kennis in de fysieke praktijk altijd nieuwe zaken worden geleerd. Met de wiskundeleraar was afgestemd dat in de reguliere lessen de benodigde voorkennis voor deze opdracht zou worden aangebracht. Om extra vertrouwen te creëren werd aan de leerlingen gemeld dat de aanwezige voorkennis voldoende aanwezig was om de opdracht uit te kunnen voeren. Om de leerlingen te informeren over hetgeen geleerd zou gaan worden, werden de leerdoelen gepresenteerd.

3.4 Ontwerp van de individuele taken

Het onderzoek nam vooraf vastgestelde leerdoelen als leidraad bij het selecteren van geschikte objecten. Deze aanpak heeft in de praktijk goed gewerkt omdat er op deze manier gericht gezocht kon worden naar geschikte objecten waaraan taken gekoppeld konden worden. Enkele objecten die eerst werden geselecteerd vielen later in de ontwerpfase af. Hiervoor waren meerdere redenen aan te wijzen. Zo zou een aantal objecten waarschijnlijk moeilijk te identificeren zijn voor de leerlingen, doordat meerdere gelijksoortige objecten dicht bij elkaar lagen. Zodoende kon het exacte object niet precies via de GPS-navigatie op de smartphone worden geselecteerd. Één keer werd een object met dit probleem toch in het ontwerp opgenomen en werd het probleem opgelost door een fysiek bord met een pijl te plaatsen. Dit bord verwees de leerlingen naar het juiste object. Een tweede reden was dat tijdens de ontwerpfase bleek dat de leerlingen sommige taken mogelijk anders konden interpreteren. Dit kwam doordat de instructie of het object zelf aanleiding tot verwarring kon geven. Een voorbeeld hiervan was het berekenen van een bepaalde hoek van een object. Het zou voor de leerlingen exact duidelijk moeten zijn welke hoek wordt bedoeld. Wanneer er bij of op een object verschillende hoeken

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

aanwezig zijn die een gelijkenis vertonen, dan zou dit tot verwarring kunnen leiden. Dit probleem werd geminimaliseerd door veel aandacht te besteden aan de instructie. In lijn met de suggestie uit onderzoek van Naismith en Smith (2009) werd aan de leerlingen duidelijk gemaakt waar ze zich op moesten richten. In bijlage 2 zijn deze instructies te vinden. Een derde punt was de verkeersveiligheid van de leerlingen; dit leidde tot een afweging om een object wel of niet op te nemen. De directe omgeving van één geselecteerd object bleek tijdens de praktische test van het ontwerp niet veilig genoeg om te werken, en werd daarom vervangen door een ander object.

Tijdens de ontwerpfase is er door de onderzoeker gekozen voor een wat ruimere spreiding tussen de antwoordmogelijkheden van de meerkeuzevragen. Aanvankelijk lagen de antwoordmogelijkheden in het ontwerp dicht bij elkaar, maar tijdens de praktische test van de meerkeuzevragen bleek dat bij het meten kleine meetafwijkingen kunnen optreden. Het risico hiervan was dat er verkeerde antwoorden konden worden gegeven op basis van deze kleine meetafwijkingen, terwijl de taak wel goed werd uitgevoerd. Het dilemma was dat de antwoorden bij een ruimere spreiding ook eenvoudiger geraden konden worden zonder een berekening uit te voeren. Het maken van een verplichte uitwerking van elke meerkeuzevraag op papier voordat deze werd beantwoord, moest dit voorkomen.

3.5 Ontwerp van de oefensessie in combinatie met de oefentaak

In het eerste ontwerp werd ervoor gekozen om het uitvoeren van de oefentaak te combineren met enkele belangrijke instructies ten aanzien van de opdracht. Er werd daarbij dus niet met een taak geoefend zoals dat wel in de reguliere opdracht gebeurde. Het uitgangspunt voor deze keuze was om de leerlingen zo in één keer voor te bereiden op zowel de opdracht als de bediening van de smartphone en het programma ARLearn. Een docent die bereid was dit ontwerp vooraf te testen, constateerde te veel complexiteit. Door de combinatie van het leren omgaan met zowel de smartphone, het programma ARLearn en instructies over de opdracht, zouden de leerlingen teveel informatie en handelingen op één moment moeten verwerken.

De conclusie naar aanleiding van deze test was dat de instructies met betrekking tot de papieren uitwerkingen, het mee te nemen materiaal en het afwisselen van de werkzaamheden beter pasten binnen een inleidende presentatie die vlak voor de opdracht werd gepresenteerd. Instructies over de bediening van de smartphone in combinatie met het programma ARLearn pasten beter binnen een korte oefensessie. Tijdens de instructie kon dan ook gelijktijdig de bediening van de smartphone in combinatie met het programma ARLearn worden gedemonstreerd. Vervolgens konden de leerlingen daarna zelf in de praktijk oefenen. De oefentaak zelf werd ontworpen om te oefenen met de navigatie door te wijzen op de blauwe stip en het verspringen van deze stip wanneer er geen GPS-ontvangst is, het starten van het audio fragment, het harder en zachter zetten van het geluid, het kunnen lezen van de

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

inkomende berichten via de toets 'List' en het met 'ja' of 'nee' beantwoorden van een meerkeuzevraag die de vraag stelde of de instructie was begrepen.

De ontworpen oefensessie van één uur kende een opzet in drie stappen, namelijk uitleg van de opdracht, demonstreren van de smartphone en het programma ARLearn en tot slot het praktisch oefenen met de oefentaak door de leerlingen.

3.6 Ontwerp van de looproute

De looproute werd in hoge mate bepaald door de taken die op basis van leerdoelen werden geselecteerd. Ook moest bij het selecteren van de taken rekening worden gehouden met de benodigde loopafstand. De looproute werd tevens bepaald door de volgorde waarin de taken uitgevoerd zouden moeten worden; de volgorde was een belangrijke keuze tijdens het ontwerp. Was het beter om de leerlingen de taken volgens een bepaalde volgorde te laten uitvoeren of mochten de leerlingen zelf deze volgorde bepalen? ARLearn bood hierbij ook ondersteuning doordat het mogelijk was om de taken één voor één zichtbaar te maken. Pas wanneer een taak is afgerond wordt een volgende taak op het scherm gepresenteerd. Uiteindelijk is gekozen voor een gelijktijdige presentatie van alle taken op het scherm zodat de leerlingen zelf konden bepalen in welke volgorde de taken werden uitgevoerd. Hoewel de taken een logisch nummer kregen werd deze keuzevrijheid in de inleidende presentaties nadrukkelijk aan de leerlingen gemeld. Verwacht werd dat door de keuzevrijheid en de verschillende vertrektijden van de teams een geografische spreiding van teams zou optreden waardoor stagnaties zouden worden voorkomen en toevallige ontmoetingen zouden worden geminimaliseerd. Het kunnen maken van eigen keuzes ten aanzien van de volgorde van taken had voor het ontwerp als consequentie dat het mogelijk moest zijn om alle taken onafhankelijk van elkaar uit te voeren. Hiermee werd rekening gehouden bij het ontwerpen van de taken.

3.7 Beperkte schermgrootte en het ontwerp van de geluidsfragmenten

De beperkte schermgrootte van de smartphones was een belangrijk aandachtspunt tijdens het ontwerpen. De schermgrootte zorgde regelmatig voor een ongewenste opmaak of teveel tekst op het scherm. Om deze reden werd niet gekozen voor een implementatie in ARLearn waarbij per taak zowel een icoontje voor het activeren van de tekstuele instructie, als een icoontje voor de audio-ondersteuning geïmplementeerd werd. Dit zorgde voor teveel informatie op het scherm. Ook het activeren van de afzonderlijke icoontjes bleek lastig omdat deze icoontjes ook als referentiepunt voor de navigatie golden en daarom dicht bij elkaar geplaatst moesten worden. De keuze om de icoontjes dicht naast elkaar te plaatsen bleek geen goede keuze omdat dit problemen gaf bij het activeren van de icoontjes via een scherm-aanraking.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

De beperkte schermgrootte vroeg ook veel aandacht bij het ontwerpen van de instructie. Het bleek belangrijk om de instructie kort te beschrijven en het resultaat steeds op de smartphone zelf te controleren.

Het ontwerpen van de audiobestanden via een extern programma was technisch eenvoudig, maar ook hierbij was het belangrijk om het resultaat steeds op de smartphone zelf te controleren. Met name een juist volumeniveau en het spreektempo bleken belangrijke aandachtspunten tijdens het testen van de kwaliteit. Vanwege omgevingslawaaï bleek er een duidelijk verschil in de verstaanbaarheid wanneer de taken buiten of binnen afgeluisterd werden. Ook was het spreektempo soms te hoog, maar soms ook juist te laag. Vanwege het omgevingslawaaï en de kwaliteit van het spreektempo moesten alle audiofragmenten minimaal twee keer worden opgenomen. Een praktische oplossing die de verstaanbaarheid van de audiofragmenten kon vergroten was een individueel oordopje of een koptelefoon. Voor deze oplossing werd niet gekozen omdat de leerlingen in groepsverband gingen werken en de onderzoeker een voorkeur had voor het gezamenlijk kunnen beluisteren van taken.

3.8 Testen van het ontwerp

Alle smartphones met de ontworpen opdracht in ARLearn werden individueel in de praktijk getest door de onderzoeker. Belangrijke onderdelen van de test bleken een goede werking van de navigatie, een juiste werking van het berichtenverkeer bij goede en foute antwoorden, het juist weergeven van de teksten op het scherm, een goede werking en kwaliteit van de audio, het juist afhandelen van de meerkeuzevragen en een juiste werking van de actuele score-informatie op het scherm. Tijdens het uitvoeren van deze testen bleek dat de informatie op de smartphones niet altijd goed werd bijgewerkt. Zo werd de onderliggende plattegrond van de omgeving soms niet goed afgebeeld, werd de score-informatie soms niet getoond of bijgewerkt en konden geluidsbestanden soms niet worden beluisterd. Deze problemen werden door CELSTEC opgelost door een extra voorziening in het programma ARLearn in te bouwen. Via het programma ARLearn kon nu op de smartphone een extra handmatige synchronisatie worden uitgevoerd.

Bij het testen van de navigatie duurde het soms even voordat de actuele positie van de smartphone, en dus van de leerlingen werd weergegeven. Wanneer de smartphone geen GPS-ontvangst had versprong de stip die de actuele positie aan zou moeten geven naar een onjuiste positie op het scherm.

4. Methode

De onderzoeksgroep wordt als eerste beschreven. Vervolgens worden de gebruikte materialen, het onderzoeksontwerp en de gehanteerde procedure beschreven. Tot slot wordt beschreven hoe de data-analyse heeft plaatsgevonden.

4.1 Onderzoeksgroep

Voor het onderzoek zijn 32 VMBO-leerlingen ($N=32$) benaderd. Deze leerlingen worden in het onderzoek aangeduid als participanten. Zestien participanten waren van het vrouwelijk geslacht en zestien participanten waren van het mannelijk geslacht. De participanten zijn afkomstig uit drie verschillende klassen en volgden wiskunde als examenvak. Alle participanten volgden dit onderwijs op VMBO-niveau via de leerweg gemengd of theoretisch en bevonden zich in het vierde leerjaar. De leeftijd van de participanten varieerde van vijftien jaar en zes maanden tot zeventien jaar en twee maanden. De keuze viel op deze participanten omdat de wiskundedocent van de participanten bereid was om mee te werken aan het experiment. Tevens sloot het experiment nauw aan op het bestaande lesprogramma in de vorm van een extra examentraining en waren er beperkte roostertechnische consequenties. Alle participanten deden vrijwillig mee aan het onderzoek waarbij als alternatief een vergelijkbaar lesprogramma binnen de school werd aangeboden. Om de onderzoeksgroep zo groot mogelijk te maken werd naast een klas van 24 participanten, gezocht naar meer participanten. De keuze viel op acht participanten van twee andere klassen. Deze participanten volgden dezelfde wiskundelessen bij dezelfde docent, waardoor de organisatorische impact beperkt bleef.

De groep met participanten die de opdracht met het programma ARLearn en smartphones uitvoerden als een mobiel spel, werd de spelgroep genoemd. De groep met participanten die dezelfde opdracht zonder het mobiele spel uitvoerden, werd de neutrale groep genoemd. Beide groepen bestonden uit vier teams met participanten.

4.2 Materialen

4.2.1 Gebruikte apparatuur

Tijdens het uitvoeren van de opdracht werden acht smartphones van het type HTC Desire S gebruikt, waarop het programma ARLearn was geïnstalleerd.

4.2.2 Verstrekte materialen

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Aan elk team werd een rolmaat en een opbergmap verstrekt met daarin een wiskunde formuleblad, twee schriften en pennen. Aan één deelnemer van ieder team werd een geel hesje met het teamnummer verstrekt. De participanten zorgden zelf voor rekenmachines.

4.2.3 Gebruikte meetinstrumenten

Meetinstrument: leerresultaten

Om onderzoeksvraag 1 te beantwoorden zijn de leerresultaten gemeten. Specifiek is dit meetinstrument gebruikt voor het beantwoorden van de hypothesen 2, 3 en 4. De leerresultaten in de vorm van groei van kennis worden vastgesteld door aan de participanten te vragen om deze groei te laten zien door middel van schriftelijke testen. Hiervoor is eerst de aanwezige voorkennis van de participanten gemeten, waarna een interventie is gepleegd. Het doel van deze interventie is dat de participanten gaan leren doordat zij de aanwezige voorkennis praktisch toepassen. Om vast te stellen of er sprake is van een groei van kennis zal deze na de interventie twee keer worden gemeten. Naast een meting die direct na de interventie plaatsvindt wordt een tweede meting na een langere periode uitgevoerd. Dit om te meten of de opgedane kennis na langere tijd herinnerd wordt en er sprake is van leren met een - meer - blijvend karakter.

Voor het meten van de leerresultaten zijn daarvoor drie testen ontworpen, namelijk een pre-, post- en retentietest. Voor het samenstellen van de testen zijn wiskundeopgaven geselecteerd uit bestaande VMBO-examens van de jaren 2007 tot en met 2011. Voor deze examens is gekozen omdat zij nauw aansluiten bij de beoogde examentraining en omdat deze examens door het Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling (CITO) zijn ontwikkeld. CITO past psychometrische technieken toe om de kwaliteit van toetsen en examens te onderzoeken en zo mogelijk te verbeteren. CITO streeft naar het maken van toetsen die voldoen aan de kwaliteitscriteria Commissie Testaangelegenheden Nederland (COTAN) en neemt deel aan nationale en internationale onderzoeksprogramma's (CITO, n.d.).

Allereerst is een selectie gemaakt van relevante examenvragen die passen bij de vastgestelde leerdoelen. Wanneer een deelvraag van een examenvraag minder relevant was voor een leerdoel, koos de onderzoeker er meestal voor om de gehele examenopgave intact te laten. De reden hiervoor was dat bij het aanpassen van een examenopgave ook vaak een concessie werd gedaan aan de logische opbouw. De gemaakte uitzonderingen staan vermeld in bijlage 4. Vervolgens zijn de opgaven verdeeld over de drie testen. Bijlage 1 geeft aan hoe de leerdoelen in de drie testen terugkwamen. De verdeling is gebaseerd op de tijdsbelasting en een inhoudelijke verdeling op basis van leerdoelen. Er is gekozen voor een beperkte pretest en een meer uitgebreide post- en retentietest. Deze keuze is gemaakt omdat de pretest tot doel heeft om uitsluitend de aanwezige voorkennis te meten. De post- en retentietest zijn bedoeld om de groei van kennis te meten; daarnaast zijn deze testen ook vanuit een praktisch leerdoel omvangrijker dan de pretest. Vanuit praktisch oogpunt was het namelijk belangrijk om een

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

examentraining te simuleren waarbij de participanten langere tijd geconcentreerd aan examenopdrachten zouden werken.

De ontworpen pretest bestond uit vier opgaven met subvragen en hierop waren in totaal 26 punten te behalen. Ook de posttest bestond uit vier opgaven met subvragen en hierop waren in totaal 53 punten te behalen. De retentietest bestond ook uit vier opgaven met subvragen en hierop waren in totaal 49 punten te behalen. De drie ontworpen testen zijn opgenomen in bijlage 4, hierin wordt verwezen naar de gebruikte examenvragen en correctiemodellen. Op basis van de correctiemodellen werden de uitwerkingen van de participanten beoordeeld. Ook zijn in bijlage 4 de instructies opgenomen die aan de participanten werden gegeven, voordat gestart werd met het maken van de testen.

De gemaakte testen zijn na afloop door twee bevoegde wiskundedocenten onafhankelijk van elkaar beoordeeld volgens de correctiemodellen. De correctie die de tweede docent uitvoerde was daarbij bedoeld als een extra controle op de uitgevoerde correctie van de eerste docent. De docent die de eerste correctie uitvoerde was de reguliere wiskundedocent van de participanten en de tweede wiskundedocent was niet betrokken bij het onderzoek. Nadat de testen waren beoordeeld door de eerste docent werden de door de eerste docent gecorrigeerde testen van alle participanten in willekeurige volgorde aan de tweede docent aangeboden. Deze docent controleerde de gehele correctie van de pretest en posttest nogmaals. Naar aanleiding van deze controle werden slechts beperkte aanpassingsvoorstellen gedaan. Deze voorstellen werden overgenomen. Bij de controle van de retentietest werd er op basis van de beperkte wijzigingsvoorstellen gekozen voor het uitvoeren van steekproeven. Hierbij werden 25% van alle gecorrigeerde uitwerkingen nogmaals gecontroleerd en hierbij werden geen wijzigingsvoorstellen gedaan.

Meetinstrument: intrinsieke motivatie

Om onderzoeksvraag 1 te beantwoorden is de intrinsieke motivatie gemeten. Specifiek is dit meetinstrument gebruikt voor het beantwoorden van de hypothesen 1 en 4. Hiervoor is de Intrinsic Motivation Inventory (IMI) gebruikt. Deze IMI wordt beschreven als een multidimensionaal meetinstrument en is bedoeld om subjectieve ervaringen van participanten te meten bij het uitvoeren van een doelactiviteit (SDT Scale description, n.d.).

In het onderzoek is gekozen voor de standaard 22-vragen lijst omdat deze vragenlijst beperkt van omvang is, en er naast de hoeveelheid aanwezige intrinsieke motivatie extra ondersteunende informatie opgevraagd kan worden. Deze vragenlijst is volgens de beschrijving van de IMI schalen (SDT Scale description, n.d.) gebruikt in verschillende studies en bestaat uit de vier subschalen 'interesse/plezier', 'waargenomen competentie', 'waargenomen keuze' en 'druk/spanning'. De subschaal interesse/plezier meet intrinsieke motivatie en de concepten waargenomen keuze en

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

waargenomen competentie worden beschouwd als positieve voorspellers van intrinsieke motivatie. De subschaal druk/spanning wordt beschouwd als een negatieve voorspeller (SDT Scale description, n.d.).

De subschalen worden volgens het meetinstrument zelf (SDT Questionnaires, n.d.) gemeten middels een zeven-punts schaal die varieert van ‘*not at all true*’ tot ‘*very true*’. De vragen die horen bij de verschillende subschalen zijn verdeeld over de 22 vragen en er zijn zogenaamde omgekeerde vragen toegevoegd welke voorafgaand aan de analyse omgerekend moeten worden. Volgens de beschrijving van het meetinstrument bestaat de subschaal ‘interesse/plezier’ uit zeven items en de andere drie subschalen uit vijf items.

Het inbouwen van de omgekeerde vragen is krachtig voor het onderzoek, omdat hiermee *answer of position bias* kan worden voorkomen: er is namelijk een voorkeur voor de naam van een antwoordcategorie of een voorkeur voor een bepaalde plaats (Van Buuren, Hummel, Berkhout, & Slootmaker, 2003). Bij het ontwerpen van de uiteindelijke vragenlijst zijn meer aanwijzingen geïmplementeerd die volgens Van Buuren et al. (2003) belangrijk zijn, namelijk: een verzorgde en duidelijke vormgeving en een mogelijkheid om opmerkingen te maken. De onderzoeker koos voor het implementeren van drie eenvoudige, aansprekende voorbeelden van vragen voordat de participanten starten met het beantwoorden van de vragen. De 22 vragen van de IMI vragenlijst zijn vertaald vanuit de Engelse taal en hierbij werd het taalgebruik zo nodig aangepast aan de participanten en aan de activiteit. Zo werd ‘the task’ bij iedere vraag vertaald als ‘de activiteit met de smartphone’. De afgenomen vragenlijst is opgenomen als bijlage 5, maar de 22 vragen van de IMI zijn niet opgenomen omdat de gebruikersvoorwaarden dit niet toestaan (SDT Questionnaires, n.d.).

Meeinstrument: opmerkingen van participanten

On onderzoeksvraag 2, deelvraag 1, te beantwoorden zijn opmerkingen en aanvullingen van participanten verzameld. Hiervoor is in de vragenlijst een aanvullende vraag opgenomen. Deze vragenlijst is opgenomen als bijlage 5. Deze informatie is gebruikt om kwalitatieve informatie te verzamelen. De gestelde vraag luidde: ‘Wanneer je nog opmerkingen wilt maken of een aanvulling wilt geven kun je dat hier doen:’.

Meetinstrument: ervaren eenvoud van het hulpmiddel

Om onderzoeksvraag 2, deelvraag 1, te beantwoorden is via de vragenlijst ook gevraagd naar de ervaren eenvoud van het hulpmiddel. Om te meten hoe de participanten het werken met het gebruikte hulpmiddel in de vorm van een smartphone en het programma ARLearn hebben ervaren, is vraag 23 opgesteld. De gestelde vraag luidde: ‘Ik zou het werken met dit hulpmiddel vooral beoordelen als:’. Mogelijke antwoorden die de participanten hier konden geven waren “eenvoudig” of “niet eenvoudig”. Het was hierbij belangrijk dat de beantwoording zich uitsluitend zou richten op het

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

hulpmiddel en niet op de inhoudelijke opgaven, het vakgebied of de opdracht zelf. Deze vraag 23 is als onderdeel van de vragenlijst weergegeven in bijlage 5. Gezien het specifieke karakter van deze vraag is dit meetinstrument een eigen ontwerp.

Meetinstrument: tijdsbesteding

Om onderzoeksvraag 2, deelvraag 2, te beantwoorden zijn twee soorten tijdsbesteding gemeten. De bestede tijd aan de totale opdracht en de bestede tijd aan een aantal taken is gemeten. De onderzoeker voerde zelf de tijdsmeting uit waarbij de totale bestede tijd aan de opdracht is gemeten. Voor het uitvoeren van tijdsmetingen bij de taken werden zes leerlingen afkomstig uit een vierde klas van het Voorbereidend Wetenschappelijk Onderwijs (VWO) benaderd. Zij voerden bij de taken 7, 9 en 10 tijdsmetingen uit en noteerden opvallende waarnemingen. Voor alle metingen is gebruikt gemaakt van een digitale klok. In bijlage 6 en 7 zijn de ontworpen meetinstrumenten weergegeven.

De eerste tijdsmeting meet de totale tijd die de participanten aan alle taken gezamenlijk hebben besteed, inclusief de looptijden. Deze tijd is door de onderzoeker gemeten en hierbij werden tevens de aankomst- en vertrektijden van alle teams geregistreerd. De vertrektijd was het tijdstip waarop de participanten de smartphone ontvingen en het leslokaal verlieten. De aankomsttijd was het tijdstip waarop de participanten arriveerden bij het leslokaal en hun smartphone inleverden.

De tweede meting betrof de tijd die de participanten aan drie individuele taken hebben besteed. Deze tijdsmeting is in de directe nabijheid van de drie taken uitgevoerd. Er werd door de onderzoeker bewust gekozen voor twee leerlingen per taakmeting, zodat er overeenstemming bereikt kon worden over de juiste start- en eindtijd. De instructie van de onderzoeker aan deze leerlingen was om gezamenlijk de starttijd vast te stellen en daarna de tijdsmeting te starten. Dezelfde overeenstemming was vereist bij het stoppen van de tijdsmeting.

Beantwoording van de meerkeuzevragen

Om onderzoeksvraag 2, deelvraag 3, te beantwoorden zijn de beantwoorde meerkeuzevragen in de vorm van spelpunten in het programma ARLearn opgeslagen. Deze opslag van spelpunten gebeurde voor de teams van zowel de spelgroep als de neutrale groep. Bij de teams uit de spelgroep werden de behaalde spelpunten ook zichtbaar gemaakt op het scherm van de smartphone en maakten de spelpunten ook een actief onderdeel uit van het spel. Bij de teams uit de neutrale groep speelden de spelpunten geen rol bij het uitvoeren van de opdracht en waren daarom ook niet zichtbaar voor de participanten.

Schriftelijke uitwerkingen

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Om onderzoeksvraag 2, deelvraag 4, te beantwoorden zijn de verstrekte schriften verzameld. Alle schriften waarin de participanten uitwerkingen moesten maken zijn na afloop van de opdracht ingenomen en door de onderzoeker geanalyseerd en beoordeeld op het maken van schriftelijke uitwerkingen.

4.3 Design en procedure

Het onderzoek kent een *pretest-posttest controlgroup design*. Het onderzoek is een quasi-experiment, omdat het heeft plaatsgevonden als onderdeel van een regulier lesprogramma. Daardoor kon invloed van buitenaf niet uitgesloten worden, wat volgens Verschuren en Doorewaard (2007) een kenmerk van het experiment in zijn meest zuiverste vorm is. Om de aanwezige invloeden van buitenaf te minimaliseren is er veel aandacht besteed aan een nauwkeurige verdeling van de onderzoeksgroep in een spelgroep en neutrale groep.

Als afsluitend onderdeel van het vak wiskunde werd het experiment in de afrondende fase van het schooljaar 2011-2012 gepland als een extra examentraining. De opdracht is daarbij na afstemming met de verantwoordelijke docent door de onderzoeker ontwikkeld en ingezet. Aan het verantwoordelijke managementteam is twee maanden vóór de daadwerkelijke interventie door de onderzoeker een presentatie verzorgd. Hierbij werd het onderzoek toegelicht, werden praktische aspecten afgestemd en is formeel toestemming gekregen voor het onderzoek. Informeel was de verantwoordelijke directeur al bij de start van het schooljaar 2011-2012 geïnformeerd over het onderzoek.

De participanten uit de drie klassen zijn voor het experiment samengevoegd en daarna verdeeld over de twee groepen. Om deze verdeling te realiseren heeft er een selectie plaatsgevonden op achtereenvolgens klas, geslacht en behaalde cijferresultaten voor het vak wiskunde in het voorgaande derde leerjaar. Deze nauwkeurige selectie werd toegepast omdat het aantal beschikbare participanten beperkt was. Het doel van deze selectie was om twee groepen te maken die zoveel mogelijk gelijkwaardig waren qua klas, geslacht en eerder behaalde wiskunderesultaten.

Op dichtgevouwen briefjes stond op de buitenkant de klas, het geslacht en het cijferresultaat vermeld per participant. Aan de binnenkant van het briefje stond - onzichtbaar - de naam van de participant als referentie voor de onderzoeker. De onderzoeker heeft vervolgens twee leerlingen buiten de onderzoeksgroep verzocht om twee groepen te vormen. De instructie van de onderzoeker was om hierbij een eerste verdeling te maken op basis van klas en geslacht. Daarbij werd geïnstrueerd om zo nauwkeurig mogelijk een evenredige verdeling ten aanzien van eerder behaalde cijferresultaten van de derde klas uit te voeren. Van drie participanten waren er geen cijferresultaten beschikbaar. Deze briefjes werden allereerst verdeeld. Daarna werden achtereenvolgens de hoogste cijfers verdeeld, de op één na hoogste cijfers enzovoort. Wanneer een equivalent cijfer niet beschikbaar was, verzocht de onderzoeker om afwisselend het volgende hoogste cijfer aan de ene of andere groep toe te kennen

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

zodat er een zo nauwkeurig mogelijke verdeling van cijferresultaten zou plaatsvinden. Een teamleider van de school heeft vervolgens op verzoek van de onderzoeker via een aanwijzing één van de samengestelde groepen met participanten als spelgroep aangewezen. De niet-aangewezen groep met participanten werd daarbij automatisch gedefinieerd als neutrale groep.

Het resultaat van deze selectie was een evenwichtige verdeling van het gemiddelde van de cijfers - behaald door de derde klas - tussen de spelgroep ($N=15$, $M = 6,66$, $SD = 0,69$) en de neutrale groep ($N = 14$, $M = 6,67$, $SD = 0,96$). Qua geslacht bevonden zich in de spelgroep en neutrale groep evenveel participanten van het mannelijk ($N = 8$) als vrouwelijk geslacht ($N = 8$). Twee participanten zonder derde klas cijfer waren ingedeeld bij de neutrale groep en één participant zonder derde klas cijfer was ingedeeld bij de spelgroep.

Tijdens de voorbereidingsfase van de opdracht zijn verschillende activiteiten uitgevoerd. De participanten werden tijdens reguliere lessen voorbereid op de leerdoelen door instructie van de docent en het maken van relevante opgaven. Deze activiteit stond niet op zichzelf, maar was een logisch onderdeel van het bestaande lesprogramma. Één tot twee weken voorafgaand aan het experiment werden de participanten ingelicht over hun participatie door middel van een toelichting door de docent of de onderzoeker. Alle participanten deden vrijwillig mee aan het onderzoek, waarbij aan de participanten werd gemeld dat in het geval zij niet zouden deelnemen aan de opdracht, wel een alternatief en soortgelijk programma binnen de school moest worden uitgevoerd. In de week voorafgaand aan het experiment maakten de participanten de pretest met wiskunde examenvragen tijdens een reguliere les. Één dag voor het experiment is onder begeleiding van de onderzoeker een oefensessie georganiseerd. Van elk subteam was hierbij één participant aanwezig, omdat het schoolprogramma het op dat moment niet toeliet dat alle participanten deze oefensessie konden bijwonen. Naar deze participanten werd gecommuniceerd dat zij de opgedane kennis en ervaring tijdens het uitvoeren van de officiële opdracht, geleidelijk moesten overdragen naar de andere leden van hun team.

Binnen zowel de spelgroep als de neutrale groep werden door de onderzoeker vooraf *ad random* vier subgroepen of teams gevormd van vier participanten. De smartphones werden vlak voor de opdracht op de juiste manier over de spelgroep en neutrale groep verdeeld door de smartphones te voorzien van de nummers 1 tot en met 8. Met het oog op de objectiviteit van de participanten en de leerlingen die de tijdsmetingen uitvoerden, werden aan de teams neutrale benamingen toegekend. De teams van de spelgroep werden daarom consequent aangeduid als Team 1 tot en met Team 4. De teams van de neutrale groep werden consequent aangeduid als Team 5 tot en met Team 8.

De teams van de spelgroep en de neutrale groep ontvingen, voorafgaand aan de opdracht, de verschillende inleidende presentaties. Aan de participanten van de spelgroep en de neutrale groep werd tijdens de inleidende presentaties gevraagd om per team minimaal twee berekeningen op papier te

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

maken voordat een antwoord op de meerkeuzevraag werd gegeven. Het doel hiervan was om ervoor te zorgen dat alle participanten van een team zo actief mogelijk aan de vragen zouden werken.

Om 08:15 uur werd eerst de spelgroep bestaande uit de Teams 1 tot en met 4 ontvangen. Aan hen werd door de onderzoeker de inleidende spelpresentatie gepresenteerd. Daarna vertrokken zij met tussenpozen van tien tot twintig minuten. De neutrale groep bestaande uit de Teams 5 tot en met 8 werd om 09:15 ontvangen en kreeg de inleidende neutrale presentatie aangeboden. Ook zij vertrokken daarna met dezelfde tussenpozen.

Terug op school maakten de participanten in een grote examenzaal direct de posttest met wiskunde examenvragen en werd de vragenlijst ingevuld. Alle participanten kregen voor deze posttest vijftig minuten de tijd. De participanten kwamen op verschillende momenten terug op school en daarom noteerde de onderzoeker op ieder antwoordblad de starttijd. De participanten werden geïnstrueerd om na precies vijftig minuten de posttest te beëindigen en in te leveren. Na afronding van deze test vertrokken de participanten naar hun reguliere les. Twee tot drie weken later werd de retentietest gemaakt tijdens een reguliere les en ook voor deze test was vijftig minuten beschikbaar.

4.4 Data-analyse

De gebruikte vragenlijst die de intrinsieke motivatie meet is op interne consistentie gecontroleerd door het bepalen van de Cronbachs α per subschaal en de correlaties tussen de subschalen. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheden op de wiskundetesten zijn gemeten middels Cohen's κ .

Data-analyse van de hypothesen 1 tot en met 3 heeft plaatsgevonden middels een t-toets voor onafhankelijke steekproeven, hierbij is vanwege de richting van de hypothesen eenzijdig getoetst. Deze t-toets geeft relevante informatie zoals gemiddelden, standaarddeviatie en significantie. Hypothese 4 is getoetst met een regressieanalyse en ook hierbij is eenzijdig getoetst vanwege de richting van de hypothese. Er is bij alle hypothesen gekozen voor een significantieniveau van 95% omdat dit het meest gebruikelijke niveau is.

Om te onderzoeken welke lessen zijn geleerd tijdens het uitvoeren van de opdracht is beschrijvend onderzoek uitgevoerd door kwalitatieve data te verzamelen vanuit de participanten. De ruimte op de vragenlijst waar opmerkingen konden worden gemaakt is gebruikt om meningen en ervaringen van de participanten te verzamelen. Deze kwalitatieve data is aangevuld met kwantitatieve data van twee tijdsmetingen, de antwoorden op vraag 23 van de vragenlijst, de behaalde spelpunten in ARLearn en een analyse van de gemaakte uitwerkingen op papier. De tijdsmetingen en de behaalde spelpunten werden ook met een t-toets geanalyseerd. De overige resultaten werden handmatig berekend. Alle statistische analyses zijn uitgevoerd met het programma SPSS uitgave 18.0.0.

5. Resultaten

5.1 Resultaten onderzoeksvraag 1

Betrouwbaarheid van de IMI-vragenlijst

Allereerst is de interne consistentie van de IMI vragenlijst getoetst. De subschalen interesse/plezier (Cronbachs $\alpha = 0,941$), waargenomen competentie (Cronbachs $\alpha = 0,819$) en waargenomen keuze (Cronbachs $\alpha = 0,888$) blijken voldoende betrouwbaar. Alle drie de schalen kunnen beperkt verhoogd worden door telkens één vraag uit deze subschalen te verwijderen. Omdat het verwijderen van vragen mogelijk ook de kwaliteit van de meting kan aantasten en het aantal vragen beperkt is, zijn bij deze subschalen geen vragen verwijderd. De subschaal druk/spanning blijkt onvoldoende betrouwbaar (Cronbachs $\alpha = 0,542$). Om deze subschaal voldoende betrouwbaar te maken werd vraag 9 verwijderd. Deze verwijdering verhoogde de interne consistentie van deze subschaal tot een acceptabel niveau (Cronbachs $\alpha = 0,742$).

Vervolgens zijn de relevante correlaties gemeten tussen de subschalen waargenomen competentie, waargenomen keuze en druk/spanning ten opzichte van de subschaal interesse/plezier. Deze correlaties zijn in Tabel 1 weergegeven. Deze correlaties zijn gemeten met de gegevens die de participanten na het uitvoeren van de opdracht hebben versterkt via de vragenlijst. Gebaseerd op de kwalificaties die passen bij een sterkte van een verband tussen twee intervalvariabelen (Onderzoekspracticum inleiding psychologische survey, 2002) is er bij de spelgroep sprake van een middelmatige samenhang bij de subschaal waargenomen competentie, een zwakke samenhang bij de subschaal waargenomen keuze schaal en een negatieve samenhang bij de subschaal druk/spanning. Bij de neutrale groep is er sprake van een zwakke samenhang bij de subschaal waargenomen competentie, een sterke samenhang bij de subschaal waargenomen keuze en een negatieve samenhang bij de subschaal druk/spanning. Uitsluitend de subschaal waargenomen keuze binnen de neutrale groep blijkt in hoge mate significant ($p = 0,00$). De richting van de samenhang is bij de subschalen waargenomen competentie en waargenomen keuze positief. De richting van deze samenhang is juist omdat deze schalen positieve voorspellers van intrinsieke motivatie zijn. Ook de negatieve richting van de subschaal druk/spanning is juist, omdat een hogere druk of spanning een lagere intrinsieke motivatie voorspelt. Omdat algemeen wordt aangenomen dat de correlatie minimaal 0,20 moet zijn (Onderzoekspracticum inleiding psychologische survey, 2002) voldoet de vragenlijst.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Tabel 1

Correlaties en significanties tussen de subschalen van de motivatie vragenlijst en de subschaal interesse/plezier

Subschaal	Spelgroep			Neutrale groep		
	<i>N</i>	<i>r</i>	<i>p, tweezijdig</i>	<i>N</i>	<i>r</i>	<i>p, tweezijdig</i>
interesse/plezier	16	1	-	14	1	-
waargenomen competentie	16	0,42	0,11	14	0,33	0,25
waargenomen keuze	16	0,37	0,16	14	0,87	0,00
druk/spanning	15	-0,28	0,32	14	-0,24	0,40

Beoordeling van de pre-, post- en retentietest

De drie wiskundetesten werden door twee verschillende docenten beoordeeld. Hierbij dient aangemerkt te worden dat de tweede docent de reeds uitgevoerde beoordelingen van de eerste docent heeft gecontroleerd. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van deze drie testen kan dan als voldoende worden beschouwd voor zowel de pretest (Cohen's $\kappa = 0,891$), de posttest (Cohen's $\kappa = 0,928$) als de retentietest (Cohen's $\kappa = 1$).

Het toetsen van de hypothesen

In Tabel 2 zijn voor alle subschalen de gemiddelde scores en standaarddeviaties vermeld van de twee groepen. Deze resultaten zijn tot stand gekomen door het gemiddelde te berekenen van de vragen die horen bij iedere subschaal. Bij de normaal geformuleerde vragen gaf een antwoord 'Helemaal niet waar' de score één en een antwoord op de vraag 'Heel waar' gaf de score zeven. Bij de omgekeerd geformuleerde vragen werd de score berekend door acht minus de beantwoorde score te berekenen. Het antwoord 'Heel waar' levert bij een omgekeerde vraag dan de score één op, en een antwoord 'Helemaal niet waar' levert dan de puntenscore zeven op.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Tabel 2

Gemiddelden en standaarddeviaties van de spelgroep en neutrale groep behaald op de subschalen van de vragenlijst motivatie

Subschaal	Spelgroep		Neutrale groep	
	N	M (SD)	N	M(SD)
interesse/plezier	16	4,71(1,07)	14	4,48(1,70)
waargenomen competentie	16	4,25(0,78)	14	4,81(1,69)
waargenomen keuze	16	3,86(0,96)	14	4,31(1,08)
druk/spanning	16	1,57(1,0)	14	1,3(0,28)

Op de subschaal interesse/plezier die intrinsieke motivatie meet, behaalde de spelgroep gemiddeld een hogere score dan de neutrale groep. De subschalen waargenomen keuze en waargenomen competentie vermelden bij de neutrale groep gemiddeld een hogere score dan de spelgroep. Druk of spanning die als negatieve voorspeller van intrinsieke motivatie wordt beschouwd is bij beide groepen in geringe mate aanwezig, maar de spelgroep heeft gemiddeld meer druk ervaren dan de neutrale groep.

Om met de t-toets voor onafhankelijke steekproeven te bepalen of de verschillen tussen de spelgroep en de neutrale groep significant zijn is voor alle subschalen eerst naar de resultaten van de Levene's test gekeken. Deze test geeft aan dat de variaties tussen de spelgroep en neutrale groep als gelijk mogen worden beschouwd bij de schalen interesse/plezier, ervaren keuze en ervaren competentie. De variatie tussen de spelgroep en neutrale groep bij de subschaal druk/spanning kan niet als gelijk worden beschouwd.

Bij het toetsen van de subschaal interesse/plezier wordt een niet significant verschil gemeld ($t(28) = 0,46, p = 0,32$, eenzijdig) tussen de resultaten van de spelgroep en neutrale groep. Hypothese 1 kan daarom niet worden bevestigd. Omdat de andere subschalen van belang kunnen zijn bij de analyse van dit resultaat zijn ook deze subschalen getoetst. De subschalen waargenomen keuze ($t(28) = -0,96, p = 0,17$, eenzijdig), waargenomen competentie ($t(28) = -1,51, p = 0,071$, eenzijdig) en druk/spanning ($t(16,35) = 0,98, p = 0,17$, eenzijdig) vermelden tussen de spelgroep en neutrale groep ook geen significante verschillen.

Hypothese 2 en 3 richten zich op de behaalde leerresultaten. Voor het toetsen van hypothese 2 is de groei van puntenscores tussen de spelgroep en neutrale groep vergeleken. De puntenscore op de posttest bestaat uit de door de participanten behaalde puntenscore op de wiskundeopgaven van de

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

posttest met aftrek van de behaalde scores op de pretest. Voor de resultaten van hypothese 3 is eveneens de groei van puntenscores tussen de spelgroep en de neutrale groep vergeleken. De score op de retentietest bestaat uit de door de participanten behaalde puntenscore op de wiskundeopgaven van de retentietest met aftrek van de behaalde scores op de pretest. Één participant uit de neutrale groep is geheel buiten de resultaten van zowel de posttest als retentietest gehouden omdat de toetsresultaten van de pretest niet beschikbaar waren. De groei van puntenscores kon hierdoor niet worden berekend. Één participant uit de neutrale groep maakte uitsluitend de pretest en de posttest en een andere participant uit dezelfde groep maakte uitsluitend de pretest en de retentietest. Tabel 3 geeft een overzicht van de behaalde puntenscores op de afzonderlijke testen. Bij het berekenen van de groei van puntenscores is van één participant uit de neutrale groep dus de groei van puntenscores na het maken van de posttest niet meegenomen en van één participant is de groei van puntenscores na het maken van de retentietest niet meegenomen. Wel zijn van deze beide participanten de puntenscores van de pretest in Tabel 3 meegenomen. Dit verklaart bij de neutrale groep de kleine verschillen tussen de gemiddelden van de afzonderlijke testen en de berekende groei van puntenscores.

Tabel 3

Gemiddelden en standaarddeviaties van de spelgroep en neutrale groep behaald op de pretest, posttest en retentietest

Afgenomen test	Spelgroep		Neutrale groep	
	<i>N</i>	<i>M (SD)</i>	<i>N</i>	<i>M(SD)</i>
pretest	16	16,75(4,09)	15	18,2(4,38)
posttest	16	28,06(8,32)	14	27,57(10,17)
retentietest	16	37(8,52)	14	33,86(7,5)

Uit de pretest blijkt dat de participanten uit de neutrale groep gemiddeld een hogere puntenscore behaalden dan de participanten uit de spelgroep.

Om hypothese 2 te toetsen is eerst naar de resultaten van de Levene's test gekeken. Deze test geeft aan dat de variaties tussen de spelgroep en neutrale groep voldoende gelijk zijn ($p = 0,493$). Uit de t-test voor onafhankelijke steekproeven blijkt dat de participanten uit de spelgroep gemiddeld meer groei van puntenscore ($M = 11,31$, $SD = 7,43$) laten zien dan de participanten uit de neutrale groep (M

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

= 9,50, $SD = 8,07$). Deze groei van kennis is echter niet significant ($t(28) = 0,64$, $p = 0,264$, eenzijdig), waardoor hypothese 2 niet kan worden bevestigd.

Om hypothese 3 te toetsen is eerst naar de resultaten van de Levene's test gekeken. Deze test geeft aan dat ook hier de variaties tussen de spelgroep en neutrale groep voldoende gelijk zijn ($p = 0,494$). Uit de t-test voor onafhankelijke steekproeven blijkt dat de participanten uit de spelgroep ook in dit geval gemiddeld meer groei van puntenscores laten zien ($M = 20,25$, $SD = 7,43$) dan de participanten uit de neutrale groep ($M = 16,00$, $SD = 7,26$). Het verschil in groei van kennis tussen de spelgroep en neutrale groep is groter geworden ten opzichte van de groei tussen pretest en posttest, maar blijkt nog niet significant te zijn ($t(28) = 1,58$, $p = 0,063$, eenzijdig). Hypothese 3 kan daardoor niet worden bevestigd.

Om hypothese 4 te toetsen is middels een lineaire regressie analyse gekeken naar de invloed van intrinsieke motivatie op de leerresultaten van zowel de spelgroep als neutrale groep. Hierbij is de groei van puntenscores na het maken van de posttest en retentietest afzonderlijk geanalyseerd.

Bij de spelgroep blijkt dat de aanwezige intrinsieke motivatie voor 6,2% de groei aan puntenscores na het maken van de posttest verklaart, maar is niet significant ($R^2 = 0,06$, $F(1, 14) = 0,92$, $p = 0,178$, eenzijdig). Er is geen sprake van een invloed ($\beta = 0,25$, $t(14) = 0,96$). De aanwezige intrinsieke motivatie verklaart bij de spelgroep voor 4,7% de groei van puntenscores na het maken van de retentietest, maar is ook niet significant ($R^2 = 0,05$, $F(1, 14) = 0,70$, $p = 0,209$, eenzijdig). Er is geen sprake van een invloed ($\beta = -0,22$, $t(14) = -0,84$).

Bij de neutrale groep blijkt dat de aanwezige intrinsieke motivatie voor 17,7% de groei aan puntenscores na het maken van de posttest verklaart, maar is niet significant ($R^2 = 0,18$, $F(1, 11) = 2,36$, $p = 0,077$, eenzijdig). Er is geen sprake van een invloed ($\beta = -0,42$, $t(11) = -1,54$). De aanwezige intrinsieke motivatie verklaart bij de neutrale groep voor 0,1% de groei aan puntenscores na het maken van de retentietest, maar is ook niet significant ($R^2 = 0,01$, $F(1, 10) = 0,013$, $p = 0,456$, eenzijdig). Er is geen sprake van een invloed ($\beta = 0,007$, $t(10) = 0,02$).

Op basis van deze resultaten is er zowel bij de spelgroep als de neutrale groep geen invloed aangetoond van intrinsieke motivatie op leerresultaten in de vorm van groei van kennis. Hypothese 4 kan daarom niet worden bevestigd.

5.2 Resultaten onderzoeksvraag 2

Deelvraag 1: Wat zijn de ervaringen van de participanten met de uitgevoerde opdracht?

Twaalf participanten maakten na afloop van de vragenlijst (opgenomen in bijlage 5) één of meer opmerkingen over de uitgevoerde opdracht. Vier van deze participanten waren afkomstig uit de spelgroep en acht participanten waren afkomstig uit de neutrale groep. Vijf opmerkingen richtten zich op de ervaring dat de opdracht als 'leuk' was beleefd. Drie van deze opmerkingen waren afkomstig uit

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

de neutrale groep en twee opmerkingen kwamen uit de spelgroep. Twee opmerkingen richtten zich op het groepswerk. Één opmerking uit de neutrale groep beschreef waardering voor de hulp en uitleg binnen het team. Één participant uit de spelgroep gaf aan de volgende keer liever zelf de teams samen te stellen. Drie opmerkingen richtten zich op de omvang van de opdracht. Deze opmerkingen werden allemaal gemaakt door participanten uit de neutrale groep. Één participant maakte een opmerking over de beschikbare tijd (te weinig), een andere participant gaf aan dat de opdracht te lang was en een derde vond dat er heel veel gelopen moest worden. Één participant uit de neutrale groep en één participant uit de spelgroep maakten een opmerking over het feit dat zij de taken niet begrepen. Één opmerking uit de neutrale groep richtte zich op problemen ten aanzien van de juiste weergave van de actuele positie. Een andere participant uit deze groep stelde voor om de toegepaste terugkoppeling van de meerkeuzevragen via een tekstbericht, te vervangen door toontjes. Van alle participanten gaf 90% aan dat het werken met het hulpmiddel vooral als eenvoudig werd ervaren.

Deelvraag 2: Wat is de tijdsbesteding van de participanten bij het uitvoeren van de opdracht?

Bij de taken 7, 9 en 10 werden tijdsmetingen op de locatie uitgevoerd. Drie teams uit de spelgroep en twee teams uit de neutrale groep voerden deze drie taken allemaal uit. Bij de andere teams miste van ieder team één van deze taken. Aangezien de benodigde tijdsduur per taak uniek was, zijn alleen de teams vergeleken die alle taken hadden uitgevoerd. Twee teams uit de neutrale groep besteedden gemiddeld 482,67 seconden ($SD = 35,35$) aan een taak, Drie teams uit de spelgroep besteedden gemiddeld 455,67 seconden ($SD = 66,40$) aan een taak. Hoewel de verschillen niet significant zijn, voerden de teams uit de spelgroep een taak gemiddeld 27 seconden sneller uit dan de teams uit de neutrale groep.

Ook is de totale tijd gemeten die aan de opdracht werd besteed. Hoewel in de inleidende presentatie was aangegeven dat er maximaal twee uren beschikbaar waren, werd er door zowel de spelgroep als neutrale groep gemiddeld meer tijd besteed. Ook werden enkele taken binnen de opdracht niet door alle teams uitgevoerd. De teams uit de spelgroep keerden na gemiddeld 144,00 minuten ($SD = 16,63$) terug op school en de teams uit de neutrale groep keerden na gemiddeld 148,25 minuten ($SD = 18,50$) terug. Hoewel de verschillen niet significant zijn heeft de neutrale groep gemiddeld 4,25 minuten meer tijd aan de gehele opdracht besteed dan de spelgroep.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Deelvraag 3: Hoe beantwoordden de participanten de meerkeuzevragen tijdens het uitvoeren van de opdracht?

Het goed of fout beantwoorden van de meerkeuzevragen werd door ARLearn vertaald naar een score. Deze scores worden in dit onderzoek aangeduid als spelpunten. Bij de teams uit de spelgroep waren de behaalde spelpunten zichtbaar op het scherm en vormden een onderdeel van het spel. Bij de neutrale groep werden de spelpunten wel in ARLearn geregistreerd, maar geen onderdeel van de opdracht en daarom ook niet zichtbaar voor de participanten. Om de spelpunten te kunnen analyseren zijn de behaalde spelpunten van de teams opgeteld en gemiddeld. Meerkeuzevragen die niet werden beantwoord leverden geen spelpunten op. Hoewel niet significant, behaalden de teams uit de spelgroep gemiddeld meer spelpunten ($M = 121,25$, $SD = 26,89$) dan de teams uit de neutrale groep ($M = 105,00$, $SD = 21,21$).

Tevens is gekeken of er een verschil was tussen de spelgroep en de neutrale groep wat betreft het in één keer goed beantwoorden van de meerkeuzevragen. Uit de analyse van de resultaten bleek dat de teams uit de spelgroep 73% van alle vragen in één keer goed beantwoordde. Door de neutrale groep werd 64% van alle vragen in één keer goed beantwoord. Hierbij moet een kanttekening worden gemaakt. Uit een analyse van de behaalde spelpunten bleek dat niet alle vragen door alle teams waren beantwoord. De spelgroep bleek actiever bij het beantwoorden van de meerkeuzevragen. Bij de spelgroep als geheel werden vier meerkeuzevragen niet beantwoord (6 %) en bij de neutrale groep werden negen meerkeuzevragen niet beantwoord (14 %).

Om de resultaten objectiever te kunnen beoordelen zijn de zes meerkeuzevragen, waar door één of meer van de teams geen antwoord op is gegeven, buiten beschouwing gelaten. Het resultaat is dat het gemiddeld aantal spelpunten van de teams uit de spelgroep ($M = 82,50$, $SD = 12,58$) ongeveer gelijk is aan de spelpunten van de teams uit de neutrale groep ($M = 80,00$, $SD = 10,80$). Door de spelgroep en de neutrale groep worden nu precies evenveel meerkeuzevragen in één keer goed beantwoord (80%).

Deelvraag 4: Hoe maken de participanten de vereiste handmatige uitwerkingen op papier tijdens het uitvoeren van de opdracht?

De analyse van deze uitwerkingen heeft zich beperkt tot het wel of niet maken van de uitwerkingen in de verstrekte schriften. Dit, omdat er na afloop van de opdracht duidelijk sprake was van schriften met uitwerkingen en schriften zonder uitwerkingen. Er waren per team twee schriften verstrekt omdat er per meerkeuzevraag steeds twee uitwerkingen gemaakt moesten worden. Uit een analyse van de uitwerkingen bleek dat de neutrale groep actiever is geweest met het maken van deze uitwerkingen dan de spelgroep. De vier teams uit de spelgroep overlegden na afloop van de opdracht in totaal twee schriften met uitwerkingen en de vier teams uit de neutrale groep overlegden in totaal zeven schriften met uitwerkingen.

6. Conclusies en discussie

Dit onderzoek heeft een vorm van mobiel leren toegepast waarbij smartphones in combinatie met het programma ARLearn het leerproces ondersteunen. Geselecteerde leerlingen werden in een buitenschoolse context begeleid en ondersteund bij het uitvoeren van taken. De smartphone en het programma ARLearn fungeerden daarbij als een verlengstuk van de docent. Er is een opdracht gecreëerd waarbij het formele leren in het klaslokaal kon worden uitgebreid en worden verplaatst naar een buitenschoolse, informele context. Hier werkten de leerlingen in groepsverband aan formele, gestructureerde taken waarbij fysieke objecten aanwezig waren. Informele discussie en samenwerking speelden een belangrijke rol. De opdracht had daarmee kenmerken van zowel formeel als informeel leren.

De ontwikkelingen op het gebied van mobiele technologie bieden mogelijkheden, maar om mobiele technologie ‘zomaar’ in te zetten lijkt onverstandig. Spellen kunnen leerlingen mogelijk motiveren en motivatie wordt algemeen beschouwd als belangrijk voor het leren. Om die reden zou een mobiel spel een passend ontwerp kunnen zijn om leerlingen te motiveren en te laten leren.

Dit onderzoek kende twee onderzoeksvragen. Deze vragen richtten zich op het leren van lessen naar aanleiding van het uitvoeren van de opdracht alsook op de vraag of leerlingen die een opdracht door middel van een mobiel spel uitvoeren, meer intrinsiek gemotiveerd zijn en betere leerresultaten behalen dan leerlingen die dezelfde opdracht uitvoeren zonder mobiel spel. De spelgroep - die de opdracht uitvoerde als mobiel spel - werd gevormd door vier teams. De neutrale groep - die dezelfde opdracht meer neutraal uitvoerde - bestond tevens uit vier teams.

Het onderzoek heeft geen significante verschillen gemeten tussen de bereikte leerresultaten en de aanwezige intrinsieke motivatie bij de leerlingen die de opdracht uitvoerden als een mobiel spel en leerlingen die dezelfde opdracht zonder het spel uitvoerden. Wel lag de gemeten groei van kennis bij de spelgroep op de langere termijn dicht tegen significantie aan. Er werd bij zowel de spelgroep als de neutrale groep geen invloed aangetoond van intrinsieke motivatie op leerresultaten in de vorm van kennis.

Naar aanleiding van het uitvoeren van de opdracht zijn lessen te leren. Na het uitvoeren van de opdracht gaf 90% van de leerlingen aan dat het werken met de smartphone in combinatie met het programma ARLearn als eenvoudig werd ervaren. Een tweede les is dat de opdracht relatief vaak ‘leuk’ werd genoemd. Een derde les is dat slechts twee leerlingen opmerkingen maakten die zich richtten op het begrijpen van de taken. Slechts één leerling signaleerde een probleem met de navigatie. Een vierde les richt zich op de tijdsbesteding en de beantwoording van de meerkeuzevragen. Zowel de spelgroep als de neutrale groep had voor de opdracht gemiddeld meer tijd nodig dan de beschikbare twee uren. Alleen leerlingen uit de neutrale groep maakten na afloop opmerkingen in de richting van een te grote omvang van de opdracht. De teams uit de spelgroep voerden de opdracht gemiddeld

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

sneller uit, beantwoordden meer meerkeuzevragen en behaalden gemiddeld meer spelpunten dan de neutrale groep. Wanneer alle niet beantwoorde meerkeuzevragen buiten beschouwing worden gelaten, behaalden beide groepen ongeveer evenveel spelpunten en werden precies evenveel vragen in één keer goed beantwoord. Een vijfde les is dat de spelgroep slechter presteerde bij het maken van de vereiste uitwerkingen op papier dan de neutrale groep.

Discussie

De gestructureerde aanpak met schoolse taken, de bescheiden implementatie van een spel en het maken van verplichte uitwerkingen op papier heeft mogelijk gezorgd voor een beperkte beleving van het mobiele spel. Wellicht is de 'game cycle' (Garris et al., 2002) hierdoor niet voldoende op gang gekomen. Naast het feit dat het aantal leerlingen beperkt was, is de aanwezige intrinsieke motivatie bij de spelgroep om die reden mogelijk niet veel hoger dan bij de neutrale groep.

Daarnaast zou het ook kunnen dat extrinsieke motivatie een belangrijke rol heeft gespeeld. Juist de in dit onderzoek toegepaste karakteristieken van een spel, het behalen van doelen en een competitievorm (Leemkuil et al., 2000), richten zich op een bepaald resultaat en kunnen dus ook voor extrinsieke motivatie zorgen. Tevens werd de opdracht vooraf gepresenteerd als een extra examentraining waardoor het uitvoeren van de opdracht mogelijk ook werd ervaren als een middel om een extern doel te bereiken. De rol van extrinsieke motivatie wordt ook door Ryan en Deci (2000) benadrukt, door te stellen dat het onderwijs niet altijd op alleen intrinsieke motivatie kan vertrouwen. Garris et al. (2002) geven aan dat educatieve spellen voornamelijk worden gezien als een middel om intrinsieke motivatie te verbeteren, maar noemen hierbij ook het belang van extrinsieke motivatie.

De leerlingen uit de spelgroep laten na twee tot drie weken een gemiddeld hogere, maar niet significante, groei van kennis zien. Deze groei, die dicht tegen significantie aan zit, is relevanter dan de groei van kennis die is gemeten direct na het uitvoeren van de opdracht, omdat deze groei een meer blijvend karakter heeft. Volgens Driscoll (2005) is leren een verandering in menselijke prestaties of prestatiepotentieel met een blijvend karakter. Er werd net als in het onderzoek van Martens et al. (2004) geen invloed gevonden van intrinsieke motivatie op leerresultaten in de vorm van kennis.

Het duidelijk aangeven waar een taak op gericht was bij een object (Naismith & Smith, 2009) heeft mogelijk bijgedragen aan een duidelijke instructie omdat leerlingen na afloop nauwelijks problemen signaleerden die gericht waren op het begrijpen van de taken.

De spelgroep maakte veel minder verplichte uitwerkingen op papier dan de neutrale groep tijdens het uitvoeren van de opdracht. Mogelijk heeft dit te maken met de betrokkenheid die tijdens het spelen van spellen kan ontstaan via de 'game cycle' (Garris et al., 2002). Het zou kunnen dat het maken van de uitwerkingen op papier secundair werd aan het spelen van het spel. Het maken van de uitwerkingen heeft de leerlingen uit de neutrale groep waarschijnlijk relatief veel tijd gekost. Dit kan verklaren

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

waarom deze leerlingen meer tijd nodig hadden voor het uitvoeren van zowel de individuele taken als de gehele opdracht.

De opdracht als geheel verliep - met uitzondering van wat stagnatie tijdens de start - zonder problemen. Dit bleek tevens uit het feit dat tijdens de opdracht door de leerlingen nauwelijks om hulp of ondersteuning is gevraagd.

Het ontwerpen van de opdracht in ARLearn heeft door het ontbreken van een auteursstool relatief veel tijd in beslag genomen, maar dit probleem is in de beschikbare versie van ARLearn van augustus 2012 opgelost. Tijd was nodig voor het ontwerpen van de HTML-bestanden per taak, het schrijven van regels in JSON-formaat, het ontwerpen van audiobestanden in MP3-formaat, het zoeken naar realiseerbare implementatie-mogelijkheden binnen ARLearn en het praktisch uittesten van het ontwerp. Tijdens het ontwerpen van de opdracht bleken de beperkte schermgrootte en de kwaliteit van de audio-ondersteuning belangrijke aandachtspunten.

De leerdoelen fungeerden tijdens het ontwerpen als leidraad bij het selecteren van objecten en dus taken. Deze aanpak heeft in de praktijk goed gewerkt, maar hierbij bleek het tijdens het praktisch testen ook van belang om goed te letten op taken die te dicht bij elkaar lagen en een gelijkenis vertoonden. Dit kon verwarring geven bij het uitvoeren van de opdracht. Ook de verkeersveiligheid zorgde tijdens het praktisch testen voor een aanpassing van de objecten. Tijdens het testen van de meerkeuzevragen bleek dat kleine meetfouten in de praktijk eenvoudig worden gemaakt. De antwoorden op de meerkeuzevragen moesten daarom wat meer gespreid worden. Met het oog op het voorkomen van problemen tijdens de uitvoering was het belangrijk om het ontwerp als geheel vooraf te testen in de praktijk.

Tijdens de eerste taken bleek de doorstroom van de teams, ondanks het feit dat de groepen met tussenpozen vanuit de school waren vertrokken, laag. De oorzaak hiervan was tweeledig. Allereerst lagen de taken 2 tot en met 5 geografisch dicht bij elkaar. Daarnaast constateerde de onderzoeker dat de leerlingen bij de start van de opdracht nog duidelijk moesten wennen aan het hulpmiddel, de samenwerking binnen het team en aan de manier waarop de taken aangepakt moesten worden. Hierdoor werden de eerste taken relatief langzaam afgerond. Een eerste verbetervoorstel is om met name de eerste taken meer geografisch te spreiden of ervoor te kiezen om de verschillende teams met een andere taak te laten beginnen. Na het uitvoeren van de eerste taak kunnen de volgende taken op aanwijzing van ARLearn volgens een verplichte volgorde uitgevoerd worden. Een alternatief is om de leerlingen zelf deze volgorde te laten bepalen. Een tweede verbetervoorstel is om alle leerlingen intensiever voor te bereiden op de opdracht middels een klassikale oefensessie en een praktische oefening. Hierbij zouden - in tegenstelling tot dit onderzoek - alle leerlingen kunnen worden betrokken. Een derde verbetervoorstel is om aan de start van de opdracht nog explicieter aan de leerlingen te melden dat de taken niet in een bepaalde volgorde uitgevoerd hoeven te worden en dat de

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

logische nummering van taken achterwege blijft. Hoewel in de inleidende presentaties nadrukkelijk was gemeld dat de leerlingen zelf de volgorde van taken mochten bepalen, werd dit in de praktijk bij de eerste taken niet automatisch gedaan. Stagnatie ontstond in gelijke mate bij zowel de spelgroep als de neutrale groep en werd praktisch opgelost door teams actief te verwijzen naar de nabijgelegen taak 13. Daarnaast werden sommige teams wat langer in het klaslokaal gehouden; zij kregen daardoor een latere vertrektijd toegewezen. Zodoende hadden de problemen bij de start geen invloed op de tijdsmetingen.

Het organiseren van een oefensessie had een belangrijke functie bij de voorbereiding van de leerlingen, hoewel het ontwerp verbeterd kan worden. Het ontwerpen en organiseren van een klassikale oefensessie gecombineerd met het uitvoeren van een praktische oefentaak was volgens waarnemingen van de onderzoeker belangrijk om te leren omgaan met de smartphone in combinatie met het programma ARLearn. Belangrijke vragen die de leerlingen tijdens de demonstratie stelden waren “wat is nu mijn actuele positie”, “hoe kan ik navigeren naar een taak” en “wat kan ik met welke handeling op de smartphone uitvoeren”. Omdat de oefentaak 1 een onderdeel van de gehele opdracht was, werd aan de leerlingen geïnstrueerd dat de andere taken tijdens deze oefensessie nog niet geactiveerd mochten worden. Een voorstel voor verbetering richt zich op het ontwerp van de oefentaak. Voor een volgende opdracht is het beter deze te scheiden van de reguliere opdracht in ARLearn door de oefentaak als een aparte ‘game’ te ontwerpen. Tijdens dit onderzoek is het inzicht gegroeid dat het van belang is dat de oefentaak ook inhoudelijke gelijkenissen vertoont met de taken uit de reguliere opdracht.

Een verbetering voor een volgende opdracht is om de papieren uitwerkingen tijdens het uitvoeren van de opdracht achterwege te laten en de leerlingen alleen korte, noodzakelijke berekeningen te laten maken. Het maken van de uitgebreide uitwerkingen op papier past beter binnen de klassikale omgeving. Een suggestie voor verbetering is om leerlingen te vragen om tijdens het uitvoeren van de opdracht via het programma ARLearn aantekeningen of foto's te maken. Via een webportfolio (De Vries et al., 2010) kan dan de verwerking in het klaslokaal plaatsvinden.

Dat de leerlingen uit de spelgroep met weinig uitwerkingen op papier toch tot een goede beantwoording van de meerkeuzevragen kwamen, is mogelijk te verklaren uit het feit dat de antwoorden zonder uitgebreide berekening berekend of geraden konden worden. De toegepaste spreiding van antwoordmogelijkheden is hiervan waarschijnlijk de oorzaak. Het maken van de verplichte uitwerkingen op papier moest dit voorkomen. Het vinden van een betere balans tussen onderscheid in antwoorden en het niet te gemakkelijk kunnen raden of schatten van antwoorden, is zeker bij het achterwege laten van verplichte uitwerkingen op papier, een verbetervoorstel voor een volgend ontwerp.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Bij de behaalde spelpunten moet een kanttekening worden gemaakt, omdat tijdens de opdracht werd geconstateerd dat twee teams uit de spelgroep ongeoorloofd samenwerkten bij minimaal twee taken. Andere vormen van ongeoorloofde samenwerking tussen teams kunnen niet uitgesloten worden omdat de leerlingen zelfstandig op pad gingen.

Op basis van de inleiding, het theoretisch kader, het ontwerp en de praktische uitvoering van de opdracht zijn de belangrijkste patronen vertaald naar praktische richtlijnen. Dit onderzoek is maatschappelijk relevant, omdat ontwerpers van onderwijs deze richtlijnen kunnen gebruiken bij het ontwerpen van een soortgelijke opdracht in ARLearn. De richtlijnen zijn opgenomen in bijlage 8 en zijn onderverdeeld in ontwerp, voorbereiding en uitvoering zoals Pintus et al. (2004) beschrijven.

Beperkingen van het onderzoek

Het onderzoek kende een beperking wat betreft het aantal participanten. Mogelijk had het onderzoek met meer participanten wel significante verschillen laten zien op het gebied van intrinsieke motivatie en leerresultaten. In dit onderzoek is er, in verband met de verkeersveiligheid en de omvang van het onderzoek, gekozen voor de implementatie van een beperkt, eenvoudig mobiel spel. Mogelijk dat het implementeren van meer of andere spelvormen de leerlingen nog meer intrinsiek kunnen motiveren. In dit onderzoek is ervoor gekozen om de docent op afstand te plaatsen en de leerlingen zelfstandig een opdracht te laten uitvoeren. Hoewel drie taken werden geobserveerd konden niet alle activiteiten die de resultaten van het onderzoek konden beïnvloeden, zoals ongeoorloofde samenwerking tussen teams, worden gecontroleerd.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

De gemeten groei van kennis bij de spelgroep benadert - op de langere termijn - significantie. Dit geeft aanleiding voor vervolgonderzoek, omdat er in dit onderzoek sprake was van een beperkt aantal participanten en een eenvoudige implementatie van een mobiel spel. Ten aanzien van eventueel vervolgonderzoek is het belangrijk om een groter aantal participanten te laten deelnemen. Daarnaast zouden er ook andere spelvormen kunnen worden geïmplementeerd. Op deze wijze kunnen effecten van verschillende spelvormen worden vergeleken. Extrinsieke motivatie heeft mogelijk een belangrijke rol gespeeld in dit onderzoek. Een vergelijkbaar onderzoek, waarbij naast intrinsieke motivatie ook extrinsieke motivatie wordt gemeten, kan aanvullende inzichten geven in de rol die beide typen motivatie spelen. Vervolgonderzoek waarbij uitgebreider geobserveerd wordt wat leerlingen van verschillende opleidingen en leeftijden doen tijdens het uitvoeren van een soortgelijke opdracht - met een docent die op afstand is geplaatst - kan meer inzicht geven in de effecten van deze vorm van mobiel leren. Vervolgonderzoek waarbij andere leerresultaten worden gemeten, is van

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

belang om meer inzicht te krijgen in leerresultaten, zoals bijvoorbeeld het opbouwen van sociale vaardigheden door middel van het spelen van een spel (Pivec et al., 2003).

7. Referenties

- Ally, M. (2004). Using learning theories to design instruction for mobile learning devices. In J. Attewel & C. Savill-Smith. *Proceedings of the Mobile Learning 2004 International Conference* (pp. 5-8), Rome.
- Ally, M. (2009). *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. Edmonton: AU Press.
- Bragg, L. A., Pullen, Y., & Skinner, M. (2010). Geocaching: A worldwide treasure hunt enhancing the mathematics classroom. *Proceedings of the 47th Annual Conference of the Mathematical Association of Victoria (MAV 2010), Melbourne*, 54-62.
- Cito (n.d.). Onderzoek en wetenschap. Retrieved December 4, 2012, from www.cito.nl/nl/onderzoek%20en%20wetenschap.aspx
- De Jong, T., Kanselaar G., & Lowyck, J. (2003). ICT in het onderwijs. In N. Verloop & J. Lowyck (Eds.), *Onderwijskunde* (pp. 331-374). Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- De Vries, F., Ternier, S., & Visser, I. (2010). Audio Augmented Spaces for Learning, ARLearn. Eindrapport Innovatieregeling Hoger Onderwijs 2010. SURFNet. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1820/3090>
- Dick, W., Carey, L. M., & Carey, J.O. (2005). *The systematic design of instruction*. Boston: Pearson.
- Driscoll, M. P. (2005). *Psychology of learning for instruction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Ellerman, D., Denning, S., & Hanna, N. (2001). Active learning and development assistance. *Journal of Knowledge Management*, 5 (2), 171-179.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (1993). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 6 (4), 50-71.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *SIMULATION & GAMING*, 33(4), 441-467.
- Geocaching (n.d.). What is geocaching? Retrieved December 3, 2012, from www.geocaching.com/guide/default.aspx
- Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S., & Ten Dam, G. T. (2009). Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), 332-344.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

- Leemkuil, H., De Jong, T., & Ootes, S. (2000). *Review of educational use of games and simulations*. Enschede: Universiteit Twente.
- Martens, R. L., Gulikers, J., & Bastiaens, T. (2004). The impact of intrinsic motivation on e-learning in authentic computer tasks. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(5), 368-376.
- Merill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology, Research and development*, 50(3), 43-59.
- Moelands, H. A., Noijons J., & Rem J. (1992). *Toetsen met gesloten vragen: Een handleiding voor het construeren van toetsen met meerkeuzevragen*. Arnhem: Dienst Productie (Cito).
- Naismith, L., & Smith, M. P. (2009). Using Mobile Technologies for Multimedia Tours in a Traditional Museum Setting. In M. Ally (Ed.), *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training* (pp. 247-264). Edmonton: AU Press.
- Onderzoekspracticum inleiding psychologische survey (2002). *Onderzoekspracticum inleiding psychologische survey: Studiehandleiding*. Heerlen: Grafisch centrum OUNL.
- Pieters J. M., & Verschaffel, L. (2003). Beïnvloeden van leerprocessen. In N. Verloop & J. Lowyck (Eds.), *Onderwijskunde* (pp. 251-283). Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- Pintus A., Carboni D., Paddeu, G., Piras, A., & Sanna, S. (2004). Mobile Lessons: concept and applications for 'on-site' geo-referenced lessons. In J. Attewel & C. Savill-Smith. *Proceedings of the Mobile Learning 2004 International Conference* (pp. 163-166), Rome.
- Pivec M., Dziabenko, O., & Schinnerl, I. (2003). Aspects of Game-Based Learning. *Proceedings of I-KNOW '03, Austria*, 216-225.
- Prensky, M. (2002). The motivation of gameplay. The real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, 10(1), 5-11.
- Prensky, M. (2005). What can you learn from a cell phone? Almost anything! *Innovate*, 1(5). Retrieved from <http://www.innovateonline.info/index.php?view=article&id=83>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67.
- SDT Scale description. (n.d.). Retrieved December 3, 2012, from: <http://selfdeterminationtheory.org/questionnaires/10-questionnaires/50>
- SDT Questionnaires. (n.d.). Retrieved December 3, 2012, from: <http://selfdeterminationtheory.org/questionnaires>
- Sharples, M. (2002). Disruptive Devices: Mobile Technology for Conversational Learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, 12(5), 504-520.
- Sharples, M., Lonsdale, P., Meek, J., Rudman, P., & Vavoula, G. N. (2007). An Evaluation of

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

- MyArtSpace: a Mobile Learning Service for School Museum Trips. In A. Norman & J. Pearce (Eds.), *Proceedings of 6th Annual Conference on Mobile Learning, mLearn 2007* (pp. 238–244), Melbourne, Australia: University of Melbourne.
- Ternier, S., Klemke, R., Kalz, M., Van Ulzen, P., & Specht, M. (in press). ARLearn: augmented reality meets augmented virtuality (Special issue). *Journal of Universal Computer Science – Technology for learning across physical and virtual spaces*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1820/4368>
- Ternier, S., Specht, M., De Vries, F., De Jong, T., & Börner, D. (2010). ‘Mobile Augmented Reality’ voor het Onderwijs. Surfnet & Kennisnet, Innovatieprogramma. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1820/2431>
- Valcke, M. (2007). *Onderwijskunde als ontwerpwetenschap: Een inleiding voor ontwikkelaars van instructie en voor toekomstige leerkrachten*. Gent: Academia Press.
- Van Buuren, H., Hummel, H., Sloodmaker, A., & Berkhout, J. (2003). *Onderzoek de basis*. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- Van der Neut, I., Teurlings, C., & Kools, Q. (2005) *Inspelen op leergedrag van vmbo-leerlingen*. Tilburg: IVA. Retrieved from www.iva.nl/uploads/documents/130.pdf
- Van Rooij, A. J., Jansz, J., & Schoenmakers, T. M. (2010). *Wat weten we over ... effecten van games. Een beknopt overzicht van wetenschappelijk onderzoek naar de effecten van games*. Zoetermeer: Stichting Kennisnet.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2007). *Het ontwerpen van een onderzoek*. Den Haag: Lemma.
- Wastiau, P., Kearney, C., Berghe, W. V., Joyce, A., & Gerhard, P. (2009). *How are digital games used in schools?: Main results of the study: synthesis report*. Brussel: European Schoolnet, EUN Partnership AISBL.
- Wijers, M., Jonker, V., & Drijvers, P. (2010). MobileMath: exploring mathematics outside the classroom. *ZDM*, 42(7), 789-799.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Bijlage 1 Relaties tussen leerdoelen, testen en taken

Leerdoelen	Afgeleide taken	Pretest	Posttest	Retentietest
Na afloop van deze opdracht kan de leerling in de fysieke praktijk:				
lengten van zijden berekenen met de stelling van Pythagoras.	5,7,10a, 12	Schuur 24 Scheve torens 15,16	Gevelvlag 22,23 Dorp in de schaduw 6,7,8,9	Kogelstootbaan 16 Schokkerweg 7,8,9 Westerschelde tunnel 8
hoeken en lengten van zijden berekenen met de goniometrische verhouding sinus, cosinus en tangens (eventueel is hier ook de stelling van Pythagoras nodig).				
de inhoud van een kubus en balk berekenen.	3b, 6, 13		Tafeltennistafel 1	
de inhoud/volume van wiskundige figuren als prisma, kegel, piramide, bol en cilinder berekenen met behulp van een formuleblad.	2, 10b, 11, 13	Bol en kegel 18	Trampoline 5	Trakteren 2 Westerschelde tunnel 9
de oppervlakte van een rechthoek en vierkant berekenen.	3a,6,10b, 13	Schuur 22,23	Gevelvlag 24 Trampoline 7 Tafeltennistafel 3	-Schokkerweg 6 -Trakteren 3
de oppervlakte en omtrek van een cirkel berekenen.	2, 4,9a, 9b	Darten 16	Trampoline 4,6 Tafeltennistafel 4	Kogelstootbaan 15, 17 Trakteren 3

Opmerkingen:

- Taak 1 was de oefentaak.
- Taak 8 was een algemene meetopdracht en is niet gekoppeld aan een specifiek leerdoel.
- Tafeltennistafel vraag 2 van de posttest was een tekenopdracht en niet direct toe te wijzen aan één van de leerdoelen.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Bijlage 2 Uitwerkingen van de taken en meerkeuzevragen

Inleidende instructie over de organisatie van elke taak:

Luister eerst naar de taak. Beantwoord daarna de meerkeuzevraag of vragen. Wanneer het antwoord juist is bespreek je de taak nog even kort in je team. Het is hierbij belangrijk dat iedereen de taak goed begrijpt en kan oplossen. Ga daarna naar de volgende taak.

Terugkoppeling op de gegeven antwoorden:

Goed antwoord: Het antwoord is juist. Goed gedaan!

Fout antwoord: Het antwoord is helaas nog niet juist. Ga opnieuw meten en berekenen.

Beantwoord daarna opnieuw de meerkeuzevraag.

Taak 1 oefentaak

Audio + scherminfo

Hier volgen enkele belangrijke instructies:

- Probeer even hoe je het geluid harder en zachter kunt zetten bij het beluisteren van dit audio fragment.
 - Maak van iedere taak een uitwerking of berekening op papier. Beantwoord pas daarna de bijbehorende meerkeuzevraag of vragen. Zorg dat er in je team altijd 2 berekeningen worden gemaakt zodat je de beide antwoorden kunt vergelijken.
 - Zorg dat je een rekenmachine met goniometrische functies, een map met papier en formuleblad, een rolmaat, een pen en een potlood bij je hebt.
 - Zorg dat jullie de werkzaamheden onderweg afwisselen en verdelen. Zorg ervoor dat je allemaal ongeveer dezelfde tijd de smartphone bedient.
 - Op het scherm zie je een blauwe stip. Dit is jullie positie.
-

Taak 2 Beschermingsbuis

Audio + scherminfo

Deze opdracht richt zich op de metalen beschermingsbuis die langs de bestrating is gemonteerd aan de zijde van de afdeling verzorging. Dankzij deze buizen kunnen auto's niet buiten de parkeerplaatsen geparkeerd worden. Bereken van deze buis (of cilinder) het volume in kubieke meters.

Vraag:

Het volume van deze buis is? (Klik op het meest juiste antwoord)

A: 0,04 m³

B: 0,15 m³

C: 0,08 m³

D: 0,25 m³

Taak 3 Bushokje

Audio + scherminfo

Deze opdracht richt zich op het oude bushokje naast de fietsenstalling. Bereken van dit bushokje zo nauwkeurig mogelijk de oppervlakte in vierkante meters en de inhoud in kubieke meters. Meet aan de binnenzijde van het bushokje.

Vraag:

De oppervlakte van dit bushokje is? (Klik op het meest juiste antwoord)

A: 3,2 m²

B: 10,6 m²

C: 4,9 m²

D: 5,3 m²

De inhoud van dit bushokje is? (Klik op het meest juiste antwoord)

A: 12,7 m³

B: 25,2 m³

C: 10,2 m³

D: 8,5 m³

Taak 4 Rotonde

Audio + scherminfo

Jullie zien hier een rotonde. Kijk nu naar de maanvormige stoepranden waarmee deze rotonde is gemaakt. Meet nu de buitenlengte van 1 stoeprand (Dit is dus de langste zijde). Stel dat jullie zelf een rotonde willen ontwerpen met een buitendiameter van 5 meter. Hoeveel van deze maanvormige stoepranden hebben jullie dan nodig?

Vraag

Het aantal benodigde maanvormige stoepranden is? (Klik op het meest juiste antwoord)

A: 16 á 17

B: 20 á 21

C: 10 á 11

D: 23 á 24

Taak 5 Zwarte deksels

Audio + scherminfo

Jullie zien hier aan de muur van de school een aantal bakken met zwarte deksels. Deze deksels maken een bepaalde hoek met de muur die boven de deksels aanwezig is. Hoe groot is de hoek die deze deksels maken met de bovenliggende muur?

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Vraag

De hoek die de deksels maken is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 59 °
- B: 121 °
- C: 31 °
- D: 149 °

Taak 6 Lange scheidingsmuur

Audio+ scherminfo

Jullie zien hier een lange scheidingsmuur die loopt vanaf de stoep naar de muur van het schoolgebouw. Stel dat jullie deze muur 1 meter hoger willen maken en dat de lengte en dikte van de muur gelijk moeten blijven. Hoeveel kubieke meter beton hebben jullie dan nodig om deze verhoging te realiseren? Jullie mogen er van uitgaan dat de verhoging geplaatst kan worden op de bestaande muur. Er is geen extra versteviging nodig.

Vraag

De benodigde hoeveelheid beton is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 5,8 m³
- B: 2,9 m²
- C: 5,8 m²
- D: 2,9 m³

Taak 7 Speeltoestel met autoband

Audio+ scherminfo

Jullie zien hier een speeltoestel met een autoband. De staander (of poot) van dit toestel staat zoals jullie kunnen zien niet recht (of haaks) ten opzichte van de grond. We kunnen nu 2 hoeken berekenen wanneer we de hoek van deze staander ten opzichte van de grond willen weten. Een grotere hoek en een kleinere hoek. Bereken de kleinere hoek die deze staander maakt met de grond.

De kleinere hoek is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 75 °
- B: 105 °
- C: 15 °
- D: 60 °

Taak 8 Houten brug

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Audio+ scherminfo

Jullie staan hier bij een houten brug met een hekwerk aan beide zijden.

De vraag is hier hoe lang het totale hekwerk van deze brug is. We kunnen dit natuurlijk opmeten, maar er is ook een andere manier. Kijk maar eens naar dit hekwerk. Jullie kunnen dan kortere stukken, langere stukken, palen en 2 uiteinden onderscheiden. Tel deze onderdelen en meet één keer hun lengte. Bereken daarna de totale lengte van het hekwerk. De kleine open ruimten in het hekwerk tel je gewoon mee als lengte. Je begint met het meten vanaf het houten loopvlak van de brug. Aan de andere kant stop je waar het houten loopvlak stopt. Meet alleen het hekwerk dat zich aan de zijde van het treinstation bevindt.

De totale lengte van dit hekwerk is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 48,7m
- B: 51,7 m
- C: 56,7 m
- D: 55,1 m

Taak 9 Betonnen wiel

Audio+ scherminfo

Jullie zien hier 2 betonnen wielen. Jullie gaan hier 2 meerkeuzevragen beantwoorden. De taak richt zich op het grootste betonnen wiel. Stel dat dit wiel kan draaien en we daarmee een afstand van 1 kilometer willen afleggen. Hoeveel omwentelingen moet dit wiel dan maken?

Jullie willen nu precies hetzelfde wiel nog een keer maken maar dan met een dikte van 50 cm. Hoeveel kubieke meter beton hebben jullie dan nodig om dit nieuwe wiel te maken? Je mag er daarbij vanuit gaan dat jullie nieuwe wiel een vlakke afwerking heeft zonder versieringen.

Het aantal omwentelingen is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 290,6
- B: 260,2
- C: 581,3
- D: 913,2

De hoeveelheid benodigde beton is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 4,7 m³
- B: 3,44 m³
- C: 0,47 m³
- D: 0,94 m³

Taak 10 Tegelplateau bij kerk

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Audio+ scherminfo

Jullie zien bij de kerk grote tegelplateaus die zijn opgebouwd uit meerdere grote tegels. Jullie gaan hier 2 meerkeuzevragen beantwoorden. Meet de lengte en breedte van één plateau. Wanneer we ervan uitgaan dat het plateau vierkant of rechthoekig is kan er een schuine zijde bepaald worden. Bereken de lengte (in meters) van deze schuine zijde met de stelling van Pythagoras.

Stel dat men nu één van de tegels van het plateau als grondvlak wil gebruiken om een kunstwerk in de vorm van een piramide te maken. Deze piramide krijgt een hoogte van 2 meter. Bereken dan de inhoud van deze piramide in liters.

De lengte van de schuine zijde is? (Klik op het meest juiste antwoord)

A: 11,4 m

B: 9,8 m

C: 7,2 m

D: 10,3 m

De inhoud van de piramide is? Klik op het meest juiste antwoord

A: 640 liter

B: 1280 liter

C: 2460 liter

D: 430 liter

Taak 11 Dienblad

Audio+ scherminfo

We richten ons hier op het beeld van de man met het dienblad in zijn hand. Jullie mogen er vanuit gaan dat op dit dienblad een halve bol ligt. Meet eerst de diameter van deze bol door deze aan de onderzijde van het dienblad te meten. Wees voorzichtig met dit fraaie beeld! Bereken nu de inhoud van deze halve bol in kubieke decimeters.

De inhoud van deze halve bol is? (Klik op het meest juiste antwoord)

A: 14, 5 dm³

B: 0,0145 dm³

C: 0,029 dm³

D: 29 dm³

Taak 12 Glijbaan in park

Audio + scherminfo

Op deze speelplaats zien jullie een glijbaan. Jullie gaan hier 2 meerkeuzevragen beantwoorden. Deze glijbaan is duidelijk niet recht van vorm. Stel dat we deze glijbaan willen vervangen door een geheel rechte glijbaan van 4 meter lengte. Deze wordt op dezelfde hoogte geplaatst als deze glijbaan. Bereken daarbij op welke afstand deze glijbaan de grond zal raken, gemeten vanaf de houten stelling. Je mag er hierbij van uit gaan dat de glijbaan direct

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

tegen de houten stelling zal worden geplaatst en er dus geen overlap voor steun van de glijbaan nodig is. Bereken daarna de hoek in graden die deze rechte glijbaan maakt ten opzichte van deze houten stelling.

De afstand tussen de houten stelling en de plaats waar de glijbaan de grond raakt is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 4,2 m
- B: 3,8 m
- C: 4,2 dm
- D: 3,8 dm

Juiste antwoord is B

De hoek is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 72 °
- B: 18 °
- C: 108 °
- D: 162 °

Taak 13 Huisje schoolplein

Audio + scherminfo

We richten ons op het doorzichtige glazen/kunststof huisje met puntdak die hier op het schoolplein staat. Wanneer jullie naar dit huisje kijken zul je 2 belangrijke figuren uit de wiskunde herkennen. Bereken van dit huis de totale inhoud in kubieke meters. Om het dak te kunnen meten staat er in het huisje een trap. Klim niet hoger dan halverwege de trap en meet aan de binnenkant van het huisje. Dit is de laatste taak. Ga daarom na het afronden van deze taak terug naar het klaslokaal. Meld je daar bij de aanwezige docent.

De inhoud van dit glazen huisje is? (Klik op het meest juiste antwoord)

- A: 48,5 m³
- B: 32,2 m³
- C: 37,6 m³
- D: 5,43 m³

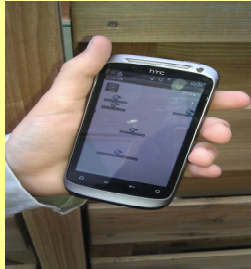
Bijlage 3 Inleidende presentaties

Spelpresentatie

Let's play a GPS GAME

“Mission Math”

Illustratie van rollende dobbelstenen



Illustratie van dartpijlen

Spelregels “Mission Math”

Veiligheid & gedrag

- Blijf als team **altijd** bij elkaar. Let op dat je steeds het verkeer/de omgeving in de gaten houdt.
- Houd je altijd aan de geldende verkeersregels en steek een weg alleen over waar dat is toegestaan.
- Gedraag je steeds netjes en beleefd.

Spelregels

- Voltooi deze missie en overwin daarvoor met je team de 12 uitdagingen. Behaal daarbij zoveel mogelijk spelpunten.
- Elk goed meerkeuze antwoord levert **10 spelpunten** op. Bij elk foutief antwoord worden **5 spelpunten** afgetrokken. De score staat rechtsboven op je scherm.
- Blijf een vraag beantwoorden totdat het antwoord juist is. Daarna ga je verder naar de volgende vraag of taak.
- De snelheid van uitvoeren is **geen onderdeel** van het spel.
- Maak binnen je team per vraag minimaal **2 berekeningen** op papier.
- Denk aan het meenemen van **minimaal 2 rekenmachines** per team
- Overleg met andere teams is niet toegestaan.
- Zorg dat je na uiterlijk 2 uren terug in dit klaslokaal bent. Ook als niet alle uitdagingen overwonnen zijn.
- Iedereen binnen de groep bedient de smartphone. Verdeel deze bediening zodat iedereen de smartphone gaat bedienen.
- Alle uitdagingen zijn zichtbaar op je scherm. Je mag afwijken van de logische volgorde. Alleen **uitdaging 13** (huisje schoolplein) moet altijd jullie laatste uitdaging zijn.

Voorkennis/Leerdoelen

Algemeen:

Je hebt in de wiskundelessen al voldoende kennis en ervaring opgedaan om dit spel te spelen.
De theorie die je hebt geleerd in de wiskundelessen sluit precies aan bij dit spel.

Het spel is ook leerzaam wanneer je denkt al goed voorbereid te zijn op het examen. Bij een toepassing in de praktijk kunnen altijd nieuwe zaken worden geleerd.

Leerdoelen:

Na afloop van dit spel kun je in de fysieke praktijk:

- Hoeken en lengten van zijden berekenen met de goniometrische verhouding sinus, cosinus en tangens. Dit al of niet in combinatie met de stelling van Pythagoras.
- De inhoud van een kubus en balk berekenen.
- De inhoud/volume van wiskundige figuren als prisma, kegel, piramide, bol en cilinder berekenen met behulp van een formuleblad.
- De oppervlakte van een rechthoek en vierkant berekenen.
- De oppervlakte en omtrek van een cirkel berekenen.

Uitleg smartphone en software

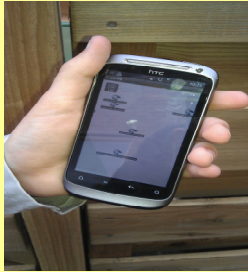
- Korte praktische uitleg
 - Zichtbaarheid van de taken
 - Blauwe stip
 - Menu besturing
 - Opvragen van taken en lezen berichten
 - Opstarten Arlearn
- Even oefenen.....

Veel succes en plezier toegewenst!

Neutrale presentatie

Wiskunde opdracht

“Wiskunde taken uitvoeren buiten de school met ondersteuning van een smartphone”



Regels bij de opdracht

Veiligheid & gedrag

- Blijf als team altijd bij elkaar. Let op dat je steeds het verkeer/de omgeving in de gaten houdt.
- Houd je altijd aan de geldende verkeersregels en steek een weg alleen over waar dat is toegestaan.
- Gedraag je steeds netjes en beleefd.

Regels

- Voer de 12 taken uit.
- Blijf een vraag beantwoorden totdat het antwoord juist is. Daarna ga je verder naar de volgende vraag of taak.
- Maak binnen je team per vraag minimaal **2 berekeningen** op papier.
- Denk aan het meenemen van **minimaal 2 rekenmachines** per team
- Overleg met andere teams is niet toegestaan.
- Zorg dat je uiterlijk na 2 uren terug in dit klaslokaal bent. Ook wanneer nog niet alle taken afgerond zijn.
- Iedereen binnen de groep bedient de smartphone. Verdeel deze bediening zodat iedereen de smartphone gaat bedienen.
- Alle taken zijn zichtbaar op je scherm. Je mag afwijken van de logische volgorde. Alleen **taak 13** (huisje schoolplein) moet altijd jullie laatste taak zijn.

Voorkennis/Leerdoelen

Algemeen:

Je hebt in de wiskundelessen al voldoende kennis en ervaring opgedaan om deze opdracht uit te voeren. De theorie die je hebt geleerd in de wiskundelessen sluit precies aan bij deze opdracht.

De opdracht is ook leerzaam wanneer je denkt al goed voorbereid te zijn op het examen. Bij een toepassing in de praktijk kunnen altijd nieuwe zaken worden geleerd.

Leerdoelen:

Na afloop van deze opdracht kun je in de fysieke praktijk:

- Hoeken en lengten van zijden berekenen met de goniometrische verhouding sinus, cosinus en tangens. Dit al of niet in combinatie met de stelling van Pythagoras.
- De inhoud van een kubus en balk berekenen.
- De inhoud/volume van wiskundige figuren als prisma, kegel, piramide, bol en cilinder berekenen met behulp van een formuleblad.
- De oppervlakte van een rechthoek en vierkant berekenen.
- De oppervlakte en omtrek van een cirkel berekenen.

Uitleg smartphone en software

- Korte praktische uitleg
 - Zichtbaarheid van de taken
 - Blauwe stip
 - Menu besturing
 - Opvragen van taken en lezen berichten
 - Opstarten Arlearn
- Even oefenen.....

Veel succes en plezier toegewenst!

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Bijlage 4 Opbouw pre-, post- en retentietest

Onderstaand zijn eerst de gebruikte voorbladen afgebeeld. Op deze wijze is de instructie aan de participanten verstrekt. Daarna is de opbouw van de testen weergegeven.

Wiskunde vragen (pretest)

Beste leerlingen,

Voor jullie liggen een aantal wiskunde opgaven. Ga deze vragen zo goed mogelijk maken. Werk de vragen uit zoals dit ook op het examen wordt gevraagd! Je docent heeft je hier een uitleg over gegeven.

Op deze test kun je **maximaal 26 punten** halen. Het aantal te behalen punten staat genoteerd vóór de vraag.

➔ Vul nu eerst je voor- en achternaam in op het uitwerkblad.

De vragen hebben niet een logische nummering, maar kennen verschillende thema's. Schrijf eerst het thema op en daarna het vraagnummer. Voorbeeld:

Schuur

Vr. 22

Vr. 23

Vr. 24

Darten

Vr. 16

Enzovoort.....

Veel succes toegewenst!

Wiskunde vragen (posttest)

Beste leerlingen,

Voor jullie liggen een aantal wiskunde opgaven. Ga deze vragen zo goed mogelijk maken. Werk de vragen uit zoals dit ook op het examen wordt gevraagd! Je docent heeft je hier een uitleg over gegeven.

Op deze test kun je **maximaal 53 punten** halen. Het aantal te behalen punten staat genoteerd vóór de vraag.

➔ Vul nu eerst je voor- en achternaam in op het uitwerkblad.

De vragen hebben niet een logische nummering, maar kennen verschillende thema's. Schrijf daarom steeds eerst het thema op en daarna het vraagnummer. Voorbeeld:

Gevelvlag

Vr. 22

Vr. 23

Vr. 24

Trampoline

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Vr. 4
Vr. 5
Vr. 6
Vr. 7
Enzovoort....

Veel succes toegewenst!

Wiskunde vragen (retentietest)

Beste leerlingen,

Voor jullie liggen een aantal wiskunde opgaven. Ga deze vragen zo goed mogelijk maken. Werk de vragen uit zoals dit ook op het examen wordt gevraagd. Je docent heeft je hier een uitleg over gegeven.

Op deze test kun je **maximaal 49 punten** halen. Het aantal te behalen punten staat genoteerd vóór de vraag.

→ Vul nu eerst je voor- en achternaam in op het uitwerkblad.

De vragen hebben niet een logische nummering, maar kennen verschillende thema's. Schrijf eerst het thema op en daarna het vraagnummer. Voorbeeld:

Kogelstootbaan

Vr. 15
Vr. 16
Vr. 17

Schokkerweg

Vr. 5
Vr. 6
Enzovoort.....

Veel succes toegewenst!

De inhoudelijke opbouw van de testen was als volgt:

Pretest

Opgave	Examen	Link naar opdracht	Aanvullende opmerkingen
Schuur	2009, tijdvak 2	http://static.examenblad.nl/9336109/d/ex2009/945-0153-a-gt-2-o.pdf	
Darten	2009, tijdvak 1	http://static.examenblad.nl/9336109/d/ex2009/913-0153-a-gt-1-o.pdf	
Bol en kegel	2011, tijdvak 2	http://www.cito.nl/static/ce/ex2011_vmbo/bestanden/GT-0153-a-11-2-o.pdf	Vraag 19 is niet gebruikt
Scheve torens	2010 tijdvak 2	http://www.cito.nl/static/ce/ex2010_vmbo/bestanden/GT-0153-a-10-2-o.pdf	Vraag 14 is niet gebruikt

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Posttest

Opgave	Examen	Link naar opdracht	Aanvullende opmerkingen
Gevelvlag	2010, tijdvak 1	http://www.cito.nl/static/ce/ex2010_vmbo/bestanden/GT-0153-a-10-1-o.pdf	
Trampoline	2008, tijdvak 1	http://static.examenblad.nl/9336108/d/ex2008/800013-1-613o.pdf	
Tafeltennistafel	2010, tijdvak 2	http://www.cito.nl/static/ce/ex2010_vmbo/bestanden/GT-0153-a-10-2-o.pdf	
Dorp in de schaduw	2011, tijdvak 2	http://www.cito.nl/static/ce/ex2011_vmbo/bestanden/GT-0153-a-11-2-o.pdf	

Retentietest

Opgave	Examen	Link naar opdracht	
Kogelstootbaan	2010, tijdvak 1	http://www.cito.nl/static/ce/ex2010_vmbo/bestanden/GT-0153-a-10-1-o.pdf	
Schokkerweg	2009, tijdvak 2	http://static.examenblad.nl/9336109/d/ex2009/945-0153-a-gt-2-o.pdf	
Trakteren	2009, tijdvak 1	http://static.examenblad.nl/9336109/d/ex2009/913-0153-a-gt-1-o.pdf	
Westerschelde-tunnel	2007, tijdvak 2	http://static.examenblad.nl/9336107/d/ex2007/700045-2-613o.pdf	

De toegepaste correctiemodellen zijn:

2007, tijdvak 2: <http://static.examenblad.nl/9336107/d/ex2007/700045-2-613o.pdf>

2008, tijdvak 1: <http://static.examenblad.nl/9336108/d/ex2008/800013-1-613c.pdf>

2009, tijdvak 1: <http://static.examenblad.nl/9336109/d/ex2009/913-0153-a-gt-1-c.pdf>

2009, tijdvak 2: <http://static.examenblad.nl/9336109/d/ex2009/945-0153-a-gt-2-c.pdf>

2010, tijdvak 1: http://www.cito.nl/static/ce/ex2010_vmbo/bestanden/GT-0153-a-10-1-c.pdf

2010, tijdvak 2: http://www.cito.nl/static/ce/ex2010_vmbo/bestanden/GT-0153-a-10-2-c.pdf

2011, tijdvak 2: http://www.cito.nl/static/ce/ex2011_vmbo/bestanden/GT-0153-a-11-2-c.pdf

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Bijlage 6 Tijdmeteringsformulier “totale tijdsbesteding opdracht”

Geachte collega/leerling,

Met dit formulier gaat u de tijd registreren die de verschillende groepen besteden bij het uitvoeren van de totale opdracht. Het gaat hierbij om het tijdsverschil tussen vertrek- en aankomsttijd van de leerlingen.

Enkele belangrijke aanwijzingen:

- We meten de start- en eindtijd met een klok/horloge. Dit zijn de afspraken voor het bepalen van de start en eindtijd:

- De starttijd is het moment waarop u de smarphone afgeeft aan de groep.
- De eindtijd is het moment waarop de groep de smartphone bij u inlevert.

- U mag de tijd afronden op minuten.

Voorbeeld: 10:15:30 wordt 10:16

- De groep is herkenbaar aan een code/nummer op een hesje of kleding van één van de leerlingen. Dit is het groepsnummer wat u noteert. Wanneer het hesje of nummer niet meer zichtbaar is vraagt u het groepsnummer aan de leerlingen zelf. Achter het groepsnummer noteert u de vertrek- en aankomsttijd. Bij opmerkingen noteert u eventuele bijzonderheden.

Groepsnummer	Gemeten vertrektijd	Gemeten aankomsttijd	Opmerkingen
Voorbeeld: Groep 5	Voorbeeld: 13:45	Voorbeeld: 15:03	Voorbeeld: -----

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN:
EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Bijlage 7 Tijdmeteringsformulier “taakbesteding”

Geachte medewerker,

Met dit formulier gaat u de tijd registreren die de verschillende groepen besteden bij het uitvoeren van een taak. Deze taken zijn wiskunde opdrachten die met ondersteuning van een smartphone worden uitgevoerd buiten de schoolomgeving. De leerlingen zullen deze taken in groepsverband uitvoeren.

Aan u/jou is één van deze taken toegewezen. Het is de bedoeling om te plekke de starttijd en eindtijd te meten zodat er vastgesteld kan worden hoe lang de leerlingen aan een taak gewerkt hebben.

De taak waar de tijdmeting wordt uitgevoerd is taaknummer

Enkele belangrijke aanwijzingen:

- We meten de start- en eindtijd met een stopwatch. Dit zijn de afspraken voor het bepalen van de start en eindtijd:

- De starttijd is het moment waarop u ziet dat de groep start met het meten aan het object.
- De eindtijd is het moment waarop u ziet dat de laatste leerling van de groep daadwerkelijk wegloopt van het object.

- Noteert u de tijd als volgt:

Voorbeeld **00:59** = 59 seconden

Voorbeeld **05:14** = 5 minuten en 14 seconden

- De groep is herkenbaar aan een nummer op een hesje of kleding van één van de leerlingen. Dit is het groepsnummer wat u noteert. Lukt het niet om dit groepsnummer te achterhalen vraag deze dan na het afronden van de opdracht aan de leerlingen.
- Achter het groepsnummer noteert u de gemeten tijd.
- Probeer de meting uit te voeren zonder dat de leerlingen dit merken.
- Wanneer er een probleem of opmerking is maakt u een notitie bij “opmerkingen”

Groepsnummer	Gemeten tijd	Opmerkingen
Voorbeeld: Groep 5	Voorbeeld: 3:45	

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Bijlage 8 Praktische richtlijnen

Ontwerp van de mobiele les

- Besteed aandacht aan de beperkte omvang van het scherm van de smartphone en minimaliseer de hoeveelheid informatie op het scherm (Ally, 2004) door instructies zo kort mogelijk te beschrijven en andere informatie zoveel mogelijk te beperken. Beoordeel het gemaakte ontwerp in ARLearn altijd op het scherm van de smartphone.
- Besteed aandacht aan het spreektempo en het geluidsniveau van de audio-opnamen en controleer de kwaliteit in de directe omgeving waar de opname afgeluisterd gaat worden.
- De start van de opdracht kan op verschillende manieren ontworpen worden. Er kan gekozen worden voor een vaste eerste taak, maar een suggestie voor verbetering is om elk team via ARLearn een verschillende eerste taak toe te wijzen, zodat er meer geografische spreiding van teams ontstaat. Hierdoor kunnen problemen met stagnaties worden voorkomen en tevens ongewenste samenwerking tussen teams worden tegen gegaan.
- De volgorde waarin taken uitgevoerd moeten worden kan in het ontwerp vastgelegd worden door de taken te nummeren of een ontwerp te maken waarin ARLearn deze volgorde bepaalt. Een alternatief is om de leerlingen zelf te laten bepalen in welke volgorde taken uitgevoerd worden. Wanneer de volgorde zelf bepaald kan worden, dan is het belangrijk dat de leerlingen hierover duidelijk worden geïnstrueerd en dat een logische nummering van taken achterwege blijft
- Richt de leerlingen via instructie duidelijk op een gewenst object of een onderdeel van een object (Naismith & Smith, 2009).
- Houd rekening met de verkeersveiligheid bij het ontwerpen van een route en het bepalen van de taken.

Voorbereiden van leerlingen

- Organiseer een klassikale oefensessie wanneer leerlingen geen ervaring hebben met het leren via smartphones in combinatie met het programma ARLearn. Een praktische opzet van deze oefensessie is:
 - Klassikale uitleg van de opdracht.
 - Klassikale demonstratie van de smartphone en het programma ARLearn.
 - Leerlingen praktisch laten oefenen met de smartphones en het programma ARLearn.
- Oefen de opdracht door binnen ARLearn een aparte ‘game’ te ontwerpen. Ontwerp hierbinnen één of meer oefentaken die inhoudelijke gelijkenissen vertonen met de taken in de uiteindelijke opdracht.
- Betrek bij voorkeur alle deelnemende leerlingen aan een opdracht bij de oefensessie om onduidelikheden of stagnaties bij de start van de opdracht te voorkomen.

ONTWERPEN EN UITVOEREN VAN EEN MOBIEL SPEL OP BASIS VAN ARLEARN: EFFECTEN OP GELEERDE LESSEN, INTRINSIEKE MOTIVATIE EN LEERRESULTATEN

Uitvoeren van de opdracht

- Besteed voldoende aandacht aan een praktische test vooraf en de controle van de smartphones in combinatie met het programma ARLearn. De belangrijkste aandachtspunten zijn:
 - een juiste werking van de GPS-navigatie
 - een volgeladen batterij/accu
 - het controleren van de aanwezigheid en de kwaliteit van de internetverbinding
 - een juiste weergave van de onderliggende plattegrond en taken/icoontjes op het scherm
 - het juist opstarten van alle audiofragmenten en het op de juiste manier verzenden en ontvangen van alle tekstberichten
 - het juist bijwerken van de eventuele score-informatie
- Het maken van uitgebreide papieren uitwerkingen tijdens het uitvoeren van de opdracht lijkt op basis van dit onderzoek, niet te passen bij het spelen van een spel. Een alternatief is om de leerlingen tot beantwoording te laten komen via kortere berekeningen. Ook kan aan leerlingen worden gevraagd om tijdens de opdracht aantekeningen of foto's te maken via het programma ARLearn. Deze informatie kan dan worden gebruikt bij een latere uitwerking in het klaslokaal via bijvoorbeeld een webportfolio.